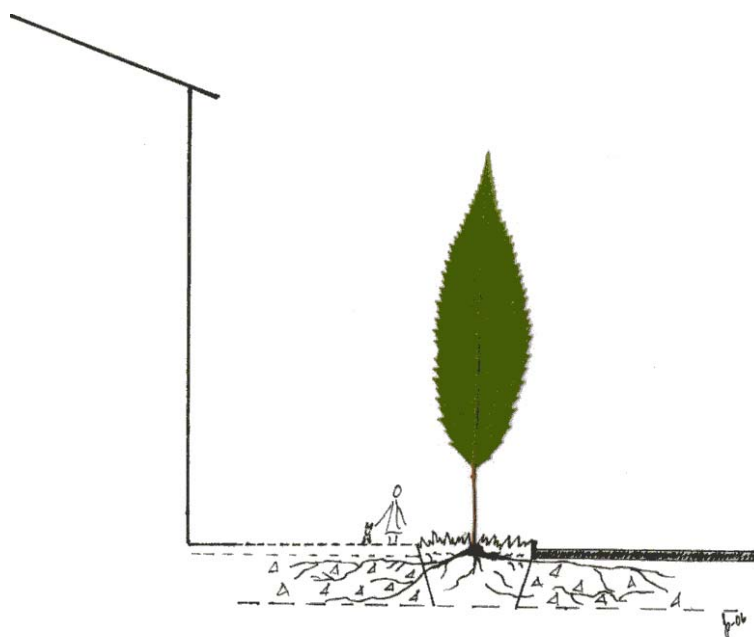


# Växtbäddar för träd i gatumiljö

## Skelettjordars konstruktion och funktion

Josefine Pettersson



Magisteruppsats (MSc)

---

SLU Alnarp  
Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik

Rapport 2006:5  
Report

Swedish University of Agricultural Sciences  
Dept of Landscape Management and Horticultural Technology

ISSN 1652-1552

I denna serie publiceras rapporter från Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik vid SLU Alnarp.

This is a publication from the Department of Landscape Management and Horticultural Technology at the Swedish University of Agricultural Sciences in Alnarp.

En lista på publicerade rapporter i serien finns på institutionens hemsida med adressen [www.lt.slu.se](http://www.lt.slu.se)

The issues in this series of publications are listed at the homepage [www.lt.slu.se](http://www.lt.slu.se)

**Josefine Pettersson** har skrivit denna rapport/magisteruppsats inom ramen av ett forskartrainéprojekt vid institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik. Rapporten fungerar även som en magisteruppsats inom huvudämnet teknologi och är därmed en påbyggnad av hennes landskapsingenjörsexamen.

# FÖRORD

Denna rapport är ett resultat av en forskartraineestudie vid Sveriges Lantbruksuniversitet, inst. för landskaps- och trädgårdsteknik, Alnarp. Rapporten betraktas även som magisteruppsats i huvudämnet teknologi på D-nivå, 20 poäng. Forskartraineearbetet är utfört under tiden 1 september 2005 till 28 februari 2006.

Delfinansiär i projektet är Stockholms Stad, Tekniska nämndens Trafikkontor.

Rapporten är resultatet av litteraturstudier kring nuvarande kunskap om skelettjordar, undersökningar och utvärderingar av befintliga anläggningar i Stockholm och en intervjustudie med sju svenska städer. Rapporten behandlar området skelettjord som är en del av trädsväxtbäddar i hårdgjorda ytor. Den vänder sig till Dig som ska beställa, projektera och anlägga växtbäddar för träd i stadsmiljöer och till dig som designar nya områden i staden för att på ett tidigt skede avsätta nödvändiga arealer för träd. Träden har behov av syre, vatten, näring och utrymme, de behoven finns oavsett om träden växer i en skog eller på en starkt trafikerad gata i storstaden. Därför måste vi gestalta, projektera och anlägga så att trädens behov säkerställs för att en tillfredställande utveckling av anläggning och träd ska ges. Min förhoppning är att du som läsare ska ha lärt dig något om hur skelettjord kan göras och vilka behov träden har, efter att ha läst hela eller delar av rapporten.

Stora och varma tack vill jag rikta till:

Mina traineekollegor, Anna Levinsson, Mattias Thelander, Annika Wuolo och Henrik Sjöman. Min handledare Eva-Lou Gustafsson, biträdande handledare Kaj Rolf samt Tim Delshammar m.fl. vid inst. för landskaps- & trädgårdsteknik. Björn Embrén vid Stockholms Stads Trafikkontor. Örjan Stål vid SWECO VBB, Växjö. Rune Bengtsson vid Centrum för Biologisk Mångfald, Alnarp. Min examinator Jan-Erik Mattsson, vid inst. för Landskaps- och trädgårdsteknik.

Stort tack till Er alla som deltagit i min intervjustudie och Ni som gett värdefull information om anläggningarna i Stockholm och Uppsala. Tack till Er som bidragit med diskussioner och deltagit i olika seminarier som hållits inom detta projekt.

Slutligen jättetack till min familj och mina vänner som ställer upp i vått och torrt.

Alnarp, februari 2006

Josefine Pettersson





# SAMMANFATTNING

Växtbäddar för träd i gatumiljö – skelettjordars konstruktion och funktion är den första rapport på svenska som beskriver användandet, hanteringen och utvecklingen av skelettjord.

Skelettjorden ska vara en jord som bär upp trafikytan och fungerar som rotmöjligt utrymme för stadsträden. Definitionen innebär att skelettjord är en del av stadsträds växtbäddar i hårdgjorda ytor och att den ska ge träden ett rotmöjligt utrymme och samtidigt vara bärande av den ovanliggande trafikytan.

Rapporten utgörs av litteraturstudier, fallstudie och intervjustudie för att ge en bred uppfattning om hur skelettjord ska användas och hur den används. Studiens syfte var att besvara frågorna; - Hur används skelettjorden och vilka erfarenheter finns internationellt? – Hur fungerar de skelettjordar som gjorts? - Hur konstrueras skelettjordar i Sverige idag?

Skelettjordar byggs i huvudsak enligt tre modeller: CU-soil, Göteborgsmodellen och Stockholmsmodellen. Den först nämnda används i huvudsak i Nordamerika och Australien, den är patenterad och utförs av licensierade anläggare, ett arbetssätt som ännu inte förekommer i Sverige. Göteborgsmodellen, som baseras på de första skrivna rekommendationer som kom i Sverige under 1991 - 1993, blandas i regel före utläggning i växtbädden. Stockholmsmodellen, som baseras på de rekommendationer som publicerades under 1998, anläggs ofta med nedvattnings av jorden i det förutlagda skelettmaterialet. Den kan också anläggas med blandning av skelettmateriäl och jord före utläggning och med nedborstning av jord i det förutlagda skelettet.

Skelettjorden används i huvudsak till att utöka det rotmöjliga utrymmet under de hårdgjorda ytorna för nyplanterade träd. Den lämpar sig även för att vitalisera befintliga stadsträd som lider brist av syre, vatten, näring och utrymme. Ett litet men väl så bra användningsområde för skelettjorden är till klättrväxter med stora krav på utrymme och näring som planteras i trånga och hårdgjorda utrymmen.

I avsnittet *Fallstudie i Stockholm* ges det information och resultat av skotttillväxtmätningar och vitalitetsbedömningar av träd i sju anläggningar. Några resultat som uppkommit från fallstudien är att:

- skelettjorden inte ger några sättningar på två till fyra år med vattnings som anläggningsmetod
- några sättningar har uppkommit i anläggningar med förblandad skelettjord (prefab), efter fyra – nio år
- träd i undersökta anläggningar med större öppen planteringsyta än traditionellt visar en hög vitalitet och bättre tillväxt än träd planterade i traditionella gropar

Intervjuer genomfördes med sju svenska städer som hade en varierad grad av användande av skelettjord. Intervjuerna visade att många frågetecken finns om hur man praktiskt ska anlägga skelettjorden och vilken jord som ska användas. Vidare visar intervjuerna att kunskapsbristen är stor om varför skelettjord ska användas och hur den ska anläggas. Flera av de intervjuade anser att mer kunskap behövs kring träds behov, växtbäddar och dit tillhörande skelettjord.

Städerna är relativt lika i vilka fraktioner och andelar skelettmaterial och jord som används. I övrigt råder det skillnader mellan städerna.

Avsnitten *Nuvarande kunskapsläge* och *Fallstudie i Stockholm* avslutas med varsin sammanfattning. Intervjustudien i helhet ges som bilaga (H) en sammanfattning av den finns i avsnittet *Intervjuer med sju svenska städer*. Se dessa avsnitt samt avsnittet *Resultat & Diskussion* för mer detaljerade resultat.

Skelettjord syftar till att utöka stadsträds rotmöjliga utrymme under trafikerade hårdgjorda ytor. Med en utveckling inom området kan vi få bättre lyckade planteringar av träd på gator och torg än vad som stundtals erhålls idag. Ett nytänkande krävs för att stora träd ska kunna fås i staden, träden kräver syre, vatten, näring och utrymme – skelettjorden bidrar med detta om helheten görs korrekt.

<b>1 Inledning.....</b>	<b>3</b>
Bakgrund - trädens behov & förutsättningar i marken .....	3
Jorden .....	3
Staden & Marken .....	6
Trafikytor & Träd.....	6
Rötterna .....	7
Syfte .....	7
Avgränsning.....	8
<b>2 Metod &amp; Material .....</b>	<b>9</b>
Nuvarande kunskapsläge .....	9
Fallstudie i Stockholm .....	9
Vitalitetsbedömning & Tillväxtmätning .....	9
Statistik/Hantering av data .....	10
Intervjuer med sju svenska städer .....	10
<b>3 Nuvarande kunskapsläge.....</b>	<b>11</b>
Sverige .....	11
Skelettjord enligt Rolf & Moback (1991) .....	11
Skelettjord enligt Rolf (1993, 1994) .....	12
Skelettjord enligt Kristofferssen.....	12
Internationellt .....	15
Tyskland.....	15
Nederländerna .....	15
USA.....	16
Danmark.....	17
Australien .....	19
Finland.....	19
Norge.....	20
Sammanfattning internationella erfarenheter .....	22
<b>4 Fallstudie i Stockholm.....</b>	<b>23</b>
Att bedöma och mäta träd .....	24
Förklaring till vitalitetsbedömningsmall .....	26
Trädarter och sorter som ingår i studien.....	27
Beräkningar .....	29
Kungsträdgården/Karl XII: s plats.....	31
Tegelviksgatan .....	37
St: Eriks området/Grubbensringen .....	41
Lindar - <i>Tilia cordata</i> 'Rancho' .....	41
Körsbärsträden <i>Prunus</i> sp.....	45
Avslutande diskussion St: Eriks området/Grubbensringen.....	47

Erik Dahlbergsallén .....	49
Erstagatan.....	53
Brantingstorg, Uppsala .....	55
Sammanfattning Fallstudie .....	57
Avslutningsvis gällande fallstudiens genomförande.....	60
<b>5 Intervjuer med sju svenska städer .....</b>	<b>61</b>
<b>6 Resultat &amp; Diskussion.....</b>	<b>65</b>
<b>7 Slutsatser &amp; Vidare forskning och utveckling av växtbäddar och skelettjord .....</b>	<b>75</b>
Slutsatser .....	75
Vidare forskning & utveckling .....	76
<b>8 Råd &amp; anvisningar inför projektering &amp; anläggning av växtbäddar med skelettjord.....</b>	<b>77</b>
Växtbäddsutformning .....	77
Anläggning av skelettjord.....	78
<b>9 Referenser.....</b>	<b>81</b>
Litteratur .....	81
Ritningar .....	83
Personliga meddelanden .....	84
Figurförteckning .....	84

# 1 INLEDNING

I början av 1990-talet kom ett nytt anläggningssätt – kallat för skelettjord till Sverige som visade hur man kunde utöka det rotmögliga utrymmet i en hårdgjord miljö för stadens träd. Skelettjorden består i grunden av någon typ av sten som har funktionen av skelett i jorden för att bära upp den trafikerade ytan ovanför. I porerna som bildas i skelettet finns det jord. Denna jord ska ge trädets rötter utrymme, vatten och näring för en långsiktig utveckling. Vad som menas med en långsiktig utveckling är att träden ska kunna ha en tillväxt och utvecklas relativt normalt (jämfört med optimala förhållanden för trädet). I stadsmiljö och hårdgjorda ytor är möjligheterna i regel mycket små för träden att utvecklas normalt, då de planteras i mycket små jordvolymen och omkring dem finns endast mycket hårt packad jord eller grusmaterial för att hålla bärigheten på den omgivande hårdgjorda trafikytan.

Skelettjordens användningsområde när den kom var just att användas i anläggningar för nya träd (Rolf, pers.medd). Under de tio åren som gått efter att metoden började diskuteras och användas i Sverige har det gjorts ett antal anläggningar med skelettjord. Metoden har använts både till att vitalisera befintliga gatuträd och till att utöka jordvolymen för nya träd.

Detta projekt är ett led i att öka kunskapen om hur skelettjordar görs och om de fyller sin tänkta funktion. Stockholms Stads trädansvarige är Björn Embrén och han har varit en drivande kraft i Stockholm de senaste åren för att förbättra trädens levnadsvillkor i huvudstaden. Han anser att skelettjorden är en god lösning i flera miljöer där man vill ha stadsträd. Han har även försökt att vidareutveckla skelettjordskonceptet genom att leda ned dagvatten i skelettjorden.

Detta projekt har gjorts med hjälp av Stockholms Stads Trafikkontor och Björn Embrén och grundar sig dels i att Stockholm anser sig behöva mer kunskap kring hur de ska anlägga trädplanteringar och dels i att SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet, ser ett behov av att öka kunskapsnivån kring skelettjordar och hur de hjälper våra stadsträd.

## 1.1 Bakgrund - trädens behov & förutsättningar i marken

Många faktorer påverkar träden som finns i stadsmiljön och än fler, de som är planterade i hårdgjorda ytor. Träd planterade i hårdgjorda ytor har många gånger planterats på samma sätt som träd i naturliga miljöer, genom att ett mindre hål grävs och rotklumpen placeras där i. Med följden att de som planteras i makadam och annat överbyggnadsmaterial antingen blir ”stadsbonsaiträd” i kanske upp till 20 år eller dör omgående.

### 1.1.1 Jorden

Trädens behov som ska tillgodoses genom marken är syre (gasutbyte), vatten, näring och utrymme.

I marken sker ständigt en markandning genom organismer som förbrukar syre och avger koldioxid, även rötterna avger koldioxid och tar upp syre. En naturlig jord består till hälften av mineralpartiklar och humusämnen och till hälften av porer. Porerna innehåller antingen luft eller vatten, beroende på deras storlek. Om förhållandena är sådana att porerna fylls helt med vatten blir jorden vattenmättad och syrebrist uppstår efter ett kort tag. Då bildas det anaeroba förhållanden i marken som få trädarter klarar av under vegetationsperioden. Inträffar vatten-

mättnaden under viloperioden för träden är de mindre känsliga då deras rotaktivitet är mindre eller avstannad.

I stadsmiljö är trädens tillgång till vatten antingen starkt begränsad eller för stor genom att vatten blir stillastående i planteringshålen. Detta beror på en rad olika faktorer men viktiga faktorer är den befintliga jordens genomsläpplighet och markytans utformning.

Den befintliga jordens genomsläpplighet beror på jordarten, som består av en eller flera kornstorlekar (jordartsbenämningar och deras kornstorlekar, se Tabell 1). Kornstorlekarna anger jordens textur, som är avgörande för vilken struktur som kan bildas.

**Tabell 1, Svenska kornstorleksgränser, benämningar och andelskrav vid trädplanteringar (Eriksson m.fl., 2005; Svensk Byggtjänst, 1999)**

Kornstorlek (mm)	Benämning enl. Atterberg	Benämning enl. SGF	Andelskrav till busk- & trädplantering enl. Anl. AMA 98 (%)
< 0,002	ler	ler	5 – 15
0,002 – 0,006	finmjäla	finsilt	0 - 12
0,006 – 0,02	grovmjäla	mellansilt	
0,02 – 0,06	finmo	grovsilt	0 - 12
0,06 – 0,2	grovmo	finsand	
0,2 – 0,6	mellansand	mellansand	10 - 70
0,6 – 2,0	grovsand	grovsand	
2 – 6	fingrus	fingrus	0 – 20
6 – 20	grovgrus	mellangrus	
20 – 60	sten	grovgrus	20 – 100 mm:
60 – 200		mellansten	0 – 15
200 – 600	block	grovsten	
600 – 2000		block	
> 2000		grovblock	

Som nämnts tidigare består jorden till ungefär hälften av porer. Dessa porer kan klassas till tre storlekskategorier; makro-, meso- och mikroporer. Mikroporerna innehåller alltid vatten även då jorden känns helt torr, dessa porer är inte dränerbara och uppstår inne i aggregaten. Aggregat är jordklumpar som mer eller mindre går att bryta itu beroende på vilken jordart de består av.

Mesoporerna innehåller det växttillgängliga vattnet. Andelen vatten i dessa porer varierar under året beroende på nederbörd, årstid och växternas vattenupptagning. Jordarter med störst andel växttillgängligt vatten finns i intervallet mjäla till mellanlera (mellanlerans lerhalt är 25 – 40 %) (Wiklander, 1976).

Makroporerna innehåller antingen markluft eller dränerbart vatten, detta vatten anses inte vara växttillgängligt. Desto grovkornigare en jord är, desto mindre växttillgängligt vatten finns, men god tillgång på syre (Wiklander, 1976).

När enbart mikroporerna innehåller vatten inträffar den permanenta vissningsgränsen (150 mvp). Vattnet i de porerna hålls så hårt att växterna inte kan ta upp det.

Atmosfären innehåller ungefär 70 % kväve, 20 % syre och 0,03 % koldioxid. Markluften innehåller ungefär 0,3 – 1,0 % koldioxid. Koldioxiden beror på de förmultnings- och rotandningsprocesser som sker i marken (Wiklander, 1976; Craul, 1992).

Diffusionen som sker mellan mark och atmosfär benämns markandning. Gasutbytet genom diffusionen är effektivast i de övre delarna av marken. Med djupet minskar utbytet, med risk för att anaeroba förhållanden uppkommer i de djupare delarna av en växtbädd om där sker nedbrytnings- och rotandningsprocesser. Att diffusionen blir lägre med djupet beror på att aggregaten i jorden är större i ytan och därigenom ges fler makroporer. Diffusionen sker i huvudsak endast i luftfyllda porer.

En jord med humus har en högre vattenhållande förmåga än en utan. Näringsämnen binds till kolloiderna i marken som utgörs av humus- eller lerpartiklar. Humus och ler bidrar även till aggregatstrukturen i jorden. Mull är ett organiskt material i någon grad av förmultning. Humus är ett mycket väl nedbrutet organiskt material.

Brist på organiskt material försämrar jordens vattenhållande förmåga och gör att makro- och mesoporens andel minskar, på sikt blir jorden kompakterad. Det organiska materialet är den viktigaste källan för näringsämnena kväve och fosfor (Craul, 1992). Övriga näringsämnen ges i huvudsak om jorden består av vittringsbara mineraler (ex. ler). (Gustafsson, pers.medd.)

Enligt AMA98 (Svensk Byggtjänst, 1999) ska en jord för busk- och trädplantering innehålla 5 – 8 vikts- % mull. I en tillverkad jord med mullhalt på 8 vikts- % där mullen utgörs av ett material som har en låg humifiering utgör mullen ca 60 vol- %, relativt välhumifierad mull utgör ca 40 vol- %. I en tillverkad jord med mullhalt på 3 vikts- %, utgör låghumifierad mull ca 40 vol- %, välhumifierad mull ca 20 vol- %. (Gustafsson, pers.medd. 2006)

CEC är förkortningen av Catjon Exchange Capacity eller på svenska, katjonutbyteskapacitet. CEC är ett mått på hur utbytbara katjonerna som binds till kolloiderna är. En jord utan kolloider kan knappt hålla kvar några näringsämnen.

Jordar som klassas som erosionsbenägna innehåller främst (ler), mjåla och mo eller i byggtekniskt sammanhang benämnt som silt. Genom att humusämnen och näringsämnen är bundna till de partiklar som är lättroderade, eroderas även de bort. Erosion gör att aggregat och sammansättningar bryts upp och omlagras som sedimenterat material. Ett sedimenterat material innehåller få aggregat. Istället erhålls en enkelkornig struktur som medför att förmågan att binda vatten och näring minskas drastiskt. Det är dessa jordar som i aggregerad struktur har den största andelen växttillgängligt vatten.

I en naturlig jordprofil finns det ett jordlager överst som innehåller mer eller mindre organiskt material, under det lagret finns en alvjord. I det övre lagret finns huvuddelen av humusen, som mindre nedbruten kallas mull. Craul (1999) rekommenderar att en designad jordprofil ska bestå ovanifrån av ett lager med organiskt material, ett lager med växtjord med mull, ett lager av mineraljord och underst det ursprungliga jordmaterialet. I de profiler som framkommit har det visat sig att några städer försöker att efterlikna naturen med ett övre och ett undre jordlager i planteringshål och i skelettjorden. Andra städer använder samma jord med mull i hela profilen. För att mull ska omvandlas till humus krävs nedbrytningsprocesser av mikroorganismer i jorden. För att de ska verka krävs syre. Genom detta minskas syreandelen i jorden och om det är hög andel vatten i jorden, bildas det anaeroba förhållanden som i värsta fall gör att trädet dör.

### **1.1.2 Staden & Marken**

Ofta ser man att trädens rötter växer mellan plattor och sättsand eller mellan asfalt och bärlager, vilket ofta förklaras med trädens behov av mer vatten. Förklaringen till att vattnet bildas under asfalten är att det är ett resultat av kondens. Kondensvatten är dock inte tillräckligt för att säkerställa trädens vattenbehov. Anledningen till att rötterna går precis under asfalten tros vara att där uppstår en gräns mellan materialen som är lättare för rötterna att penetrera. (Kopinga, 1994)

Kopinga (1994) har undersökt jorden under en beläggning av asfalt. I Nederländerna är asfalten i de flesta av försöken anlagd på ett 30 cm tjockt lager sand som täckts med ett eller två lager varm asfalt. Syrehalten i jorden är mätt till 70 cm djup och innehåller en syrehalt på mellan 15 % och 19 %. För att rötterna ska överleva misstänker man att syrehalten inte får gå under 10 %. I undersökningarna har man funnit att jord under helt tät asfalt innehåller tillräckligt med syre för att rötterna ska kunna växa där. Att det finns syre i tillräcklig mängd beror troligen på sandlagret i överbyggnaden. I sanden har syre en diffusionshastighet på mellan 0,1 – 0,5 cm<sup>2</sup> per sekund. Undersökningen är gjord under asfaltsytor på cykelbanor som har naturlika ytor intill. Utifrån denna studie bör inte syrehalten vara den begränsande faktorn vid anläggandet av en mindre gata/gångbana.

I avsnittet Danmark beskrivs att det ska byggas in ett luftigt lager mellan skelettjord och ovanliggande material. Grunden till detta luftiga lager kommer ifrån en amerikansk artikel skriven av Urban (1989). Han föreslår att träden ska få gemensamma växtbäddar med jord i diken mellan träden. Dikena skulle sedan kunna täckas med beläggning. Beroende på beläggningsens möjliga spännvidd ovan detta jordlager skulle bredden på diken anpassas. Mellan beläggning och jord skulle ett lager av grus läggas för att möjliggöra luftutbyte. I lagret skulle även ett dräneringsrör läggas som sedan skulle kopplas samman med en box i beläggningsen för att kunna bevattna trädet via ledningen i det luftiga lagret. Observera att detta kommer ifrån USA med stor andel tätare beläggningar än vad som förekommer i Sverige. Det anges inget om gruslagrets tjocklek.

Kopinga (1994) anger att genom att anlägga med stenskärv direkt under beläggning hindras rottillväxt mellan beläggning och sättsand. I försöken som varade i fem år förekom endast rottillväxt där sand kommit in i skärven genom regn. Lagret av skärv var 300 mm i tjocklek.

Största problemet för träden i stadsmiljö är enligt Urban (1989) dålig dränering orsakad av kompakterad terrass under anläggandet. Även Craul (1992) anger att genom täckning av jorden med betong, asfalt eller andra ogenomsläppliga material hindras infiltrationen av vatten och gasutbytet mellan mark och atmosfär. Därav anser han att avsaknad av luftutbyte och dränering av växtbädden är de största problemen stadsträden har.

### **1.1.3. Trafikytor & Träd**

För att bygga trafikerade hårdgjorda ytor i staden krävs att en överbyggnad på terrassen dimensioneras för att klara avsedd trafikbelastning på ytan. Terrassen är grundmaterialet som överbyggnaden byggs på. Kan även ses som botten i växtbädden. Överbyggnaden anpassas till vilket material som terrassen utgörs av, klimatzon och trafikbelastning. Överbyggnaden består underifrån av förstärkningslager, bärlager och ytlager. Ytlagret kan vara av flera lager med olika material, t.ex. sättsand och smågatsten. Till förstärkningslager och bärlager används antingen samkross eller makadam. Samkross innehåller finpartiklar till skillnad från



makadam som består av ”rena fraktioner”. Till skelettjord används makadam eller skärv. Se nedanstående Tabell 2 för fraktionsindelningar.

**Tabell 2, Fraktionsgränser krossprodukter (Mark AMA 72, Svensk Byggtjänst AB)**

Fraktion (mm)	Benämning	Undergrupp (mm)	Benämning
2 - 65	makadam	25 – 65 12 – 25 2 - 12	grovmakadam mellanakadam finmakadam
65 - 250	krosskärv		
0 – 12	stenmjöl		
0 – 200	samkross		

#### **1.1.4 Rötterna**

I en naturlig jordprofil breder rötterna ”normalt” sig ut i ett horisontellt plan nära markytan. Det klassiska synsättet på rötter är att dela in dem i klasserna hjärtrot, pålrot och sänkrot. I stadsmiljö syns sällan detta till. Rötterna utvecklar sig där trädets behov tillgodoses. Ett friskt och vitalt träd har ett välutvecklat och vitalt rotsystem medan ett försvagat träd har ett begränsat rotsystem och dålig rottillväxt (Craul, 1992).

Trädets finrötter har en kort livstid och de växer till och dör av ständigt. Finrötterna som dör av bildar nytt organiskt material som bidrar med näring. Denna näring är precis tillräcklig för att trädets livscykel ska kunna gå runt. För att trädet ska erhålla någon tillväxt och på lång sikt inte försvagas, krävs ytterligare näring. (Welander, pers.medd.). Näringens funktion för trädet är att säkerställa dess överlevnad, dess tillväxt, bidra till ett vitalt utseende som är viktigt för stadsträd och att ge trädet motståndskraft för diverse sjukdomsangrepp.

Träd i stadsmiljö planteras ibland i betongringar/planteringslådor som i nedre del har öppna slitsar för att rötterna ska kunna växa ut i omgivande material. Hur rötterna exakt växer i dessa finns det inga uppgifter/forskning om. Bekant är att växter som planterats i krukor till slut fyller hela kukan och då drabbas av rotsnurr. Träd som planteras med rotbarriärer som ska hindra rötterna att växa i en viss riktning kan ha effekten av att tvinga rötterna till att växa i räta vinklar, det kan leda till krukformade rötter (Craul, 1992) som ger instabilitet för trädet.

## **1.2 Syfte**

Rapporten utgörs av en uppföljning och dokumentation av skelettjordar, med syfte att öka den samlade kunskapen i Sverige. Får att nå dit ställdes följande frågor:

- Hur används skelettjorden och vilka erfarenheter finns internationellt?
- Hur fungerar de skelettjordar som gjorts?
- Hur konstrueras skelettjordar i Sverige idag?

Ett indirekt syfte var att få en uppfattning om hur kunskapsnivån är i landet, kring hur skelettjord och växtbäddar projekteras, anläggs och underhålls. Fallstudien i Stockholm syftar till att delvis bidra med svar på ovanstående frågor men även till att vara en utvärderande del av just Stockholms anläggningar.

### 1.3 Avgränsning

Projektet är avgränsat genom att fokus i fallstudien ligger på hur skelettjordar är konstruerade i Stockholms äldre anläggningar, där man kan anta att trädens rötter har nått ut i skelettjorden. Stockholms nyare anläggningar har många intressanta detaljer och är vidareutvecklade i konstruktionen efter de första anläggningarna. De anläggningarna har dock till stor del fått utgå i denna fallstudie då man inte kan anta att träd planterade under 2002 och framåt har hunnit nå ut med sina rötter i skelettjorden. De rötterna är troligen till stor del fortfarande kvar i planteringshållet/växtjorden.

Denna studie fokuserar på nyplanterade träd och hur skelettjord fungerar för dem. Studien behandlar inte äldre träd som vitaliserats för att återfå en god vitalitet med tillförsel av bland annat skelettjord.

Intervjustudien är avgränsad till att behandla några städer som använder sig av skelettjord. Att undersöka omfattningen av skelettjordens användning i landets alla kommuner har inte varit aktuellt i denna studie, p.g.a. begränsad tid.

Någon hänsyn till kostnader kring anläggning och skötsel av denna typ av anläggningar har inte tagits.

## 2 METOD & MATERIAL

Projektet omfattar tre huvuddelar: Fallstudie i Stockholm, intervjuer med sju svenska städer samt en litteraturstudie kring nuvarande kunskapsläget för skelettjor­dar.

### 2.1 Nuvarande kunskapsläge

Litteraturstudien omfattar i huvudsak en sammanställning av internationell litteratur och däri­ angiven forskning kring skelettjor­dar. Litteraturen består i huvudsak av vetenskapliga publikationer och några populärvetenskapliga publikationer. Litteraturstudien omfattar även en grundlig information om jorden och dess egenskaper samt, för studien intressanta, delar av trädets fysiologiska utveckling. Litteraturen har sökts via databaserna LUKAS (SLU biblioteks katalog), LIBRIS (Det nationella söksystemet), Web of Knowledge och WebSPIRS samt via söksajterna google.se och <http://scholar.google.se/>. Viss information har erhållits via personliga meddelanden.

### 2.2 Fallstudie i Stockholm

Fallstudien omfattar sex av Stockholms stads skelettjordsanläggningar och en anläggning i Uppsala. I tre av dessa anläggningar har vissa träd valts ut för vitalitetsbedömning och tillväxtmätning, i tre av anläggningarna har träden endast vitalitetsbedömts. Urvalsprinciper för träden finns beskrivna under respektive anläggning. Utöver detta har även arkivstudier och intervjuer med personer som varit inblandade i respektive projekt utförts. I fallstudien har jag valt att tillföra ett objekt från Uppsala som ett referensobjekt, främst för att ge Stockholms anläggningar något att jämföras med. Detta objekt har vitalitetsbedömts.

#### 2.2.1 Vitalitetsbedömning & Tillväxtmätning

För att kunna göra en vitalitetsbedömning av träden arbetades en mall för vitalitetsbedömning fram av författaren och Anna Levinsson. Mallens bedömningsdelar grundar sig på våra egna erfarenheter och erfarenheter från Hans Lindqvist (pers.medd.), Gary Lindqvist (pers. medd.) samt Rune Bengtsson (pers. medd.). Bedömningen görs med en klassificering i A, B och C kategorier för varje bedömningsdel av trädet, som leder till en slutlig klassning i A, B eller C för hela trädet, enligt Gary Lindqvists arbetsmetod för Malmös träd. Se vidare avsnittet, att bedöma och mäta träd.

Vitalitetsbedömningen av samtliga träd är gjord 2005-09-29 och gäller för år 2005. I diagrammen över tillväxt och vitalitet har de bedömda vitalitetsklasserna delat in trädets tillväxt för samtliga år eftersom det ger en uppfattning om hur träden i de olika vitalitetsklasserna har utvecklats.

Utifrån tidigare studier (Grabovsky et al., 2002) där tillväxten har mätts i mittersta delen av kronan och i de två översta tredjedelarna av kronan, kan man säga att det inte finns någon generell metod för att mäta tillväxten på träd. Utifrån detta valde jag att mäta tillväxten på de träd som ingår i denna studie i deras mittersta del av kronan, där så var möjligt. Undantag var tvunget att göras då praktiken fick råda, vilket ledde till att två (Kungsträdgården och St: Eriks *Prunus sp.*) av de fyra tillväxtmätta anläggningarna frångår den regeln. Mätningarna utgick från en gren i vart väderstreck för att minimera resultatets påverkan av bl.a. ljusstillgång

för trädet, samt att få grenarna jämnt spridda på samtliga mätta träd. Teoretiskt kan det anses litet med fyra mätningar per träd. I praktiken är det ungefär vad som finns att tillgå av terminala skott från huvudgrenar på mindre träd inom en tredjedel av kronan. Det var terminala skott på huvudgrenar från stam som mättes. Undantag från det var praktiskt nödvändigt i en anläggning (Kungsträdgården).

Bedömningar och mätningar gjordes utifrån ett kvantitativt perspektiv. Målet var att finna anläggningarnas genomsnittliga utseende i form av vitalitet och tillväxtnivå. Kvantitativa studier består av strukturerade undersökningar och vitalitetsbedömningsmallen har gjorts enligt bestämt mönster och tillväxtmätningarna har sitt strukturella genomförande (Holme & Solvang, 1997).

Träden valdes i Kungsträdgården och på Tegelviksgatan utifrån ett systematiskt urval med vart 3:e och vart 5:e träd. På St. Eriksområdet valdes träden utifrån ett obundet slumpmässigt urval med hjälp av slumpvalstabell (Patel & Davidsson, 1994).

### **2.2.2 Statistik/Hantering av data**

Skotttillväxtvärdena i mina resonemang bygger på att skotttillväxt mellan 0-15 cm klassas som låg tillväxt, 15-30 cm som medelhög tillväxt och tillväxt över 30 cm som hög tillväxt. Detta ska inte betraktas som ett underlag till att klassa träd in hur träd växer normalt utan är ett hjälpmedel för att jämföra träden som ingår i denna studie.

Avsikten var att göra statistiska beräkningar på samtliga anläggningar. Statistisk beräkning har gjorts med Friedmans test och Ensidig ANOVA med hjälp av programmet MiniTAB, för anläggningen Kungsträdgården. I övriga anläggningar har värdena analyserats utan statistiska beräkningar då underlaget för beräkningar varit för låg eller haft för stora olikheter.

## **2.3 Intervjuer med sju svenska städer**

Intervjustudiens syfte var att erhålla en generell uppfattning kring skelettjordar i flera svenska städer. Frågorna till intervjustudien sammanställdes parallellt med undersökningar i Stockholm och litteraturstudier. Detta för att erhålla en så bred frågeställningsbas som möjligt. Urvalet av deltagande städer och personer gjordes utifrån städer som deltar i traineeprojektet, deras storlek och läge i landet samt den avgörande faktorn om de har någon erfarenhet av att använda skelettjord.

Intervjuerna genomfördes enligt en kvalitativ metod som kännetecknas av flexibilitet och anpassning till den personen som intervjuas och dennes situation. Fördelen med detta är att allt eftersom intervjuerna görs erhålls mer kunskap och nya frågor kan ställas. Nackdelen är att svaren kan bli svåra att jämföra. (Holme & Solvang, 1997)

Intervjuerna genomfördes per telefon utifrån ett antal grundläggande frågor som mer eller mindre följdes i turordning under intervjun. Efter intervjun sammanställdes svaren till respektive fråga. Därefter mailades sammanställningen till den intervjuade för att erbjuda möjlighet till korrigerande och komplettering. När samtliga intervjuer var genomförda sammanställdes de olika städernas svar per fråga till ett dokument (se Bilaga H). Utifrån det gjordes en sammanställning av hela intervjumaterialet till en sammanfattning som redovisas i avsnittet *Intervjuer med sju svenska städer*.

## 3 NUVARANDE KUNSKAPSLÄGE

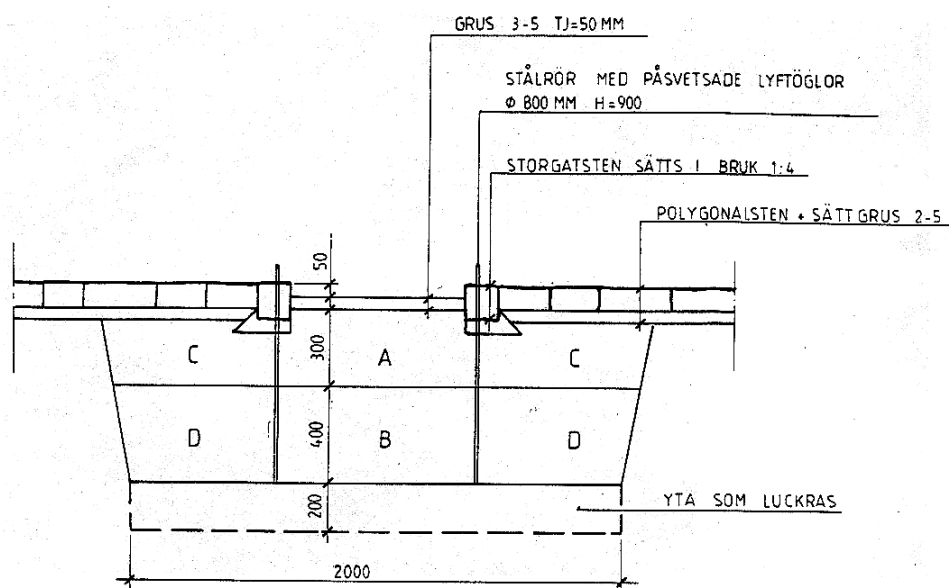
### 3.1 Sverige

En av grunderna till de svenska skelettjordar som byggts och byggs finns i ett Gröna faktablad (Rolf & Moback) utgivet av tidningen Utemiljö 1991. Utifrån det faktabladet och vidare erfarenheter har Rolf publicerat en artikel i Utemiljö (1993) och i Trädbladet (1994). Den andra grunden finns i en artikel även den publicerad i tidningen Utemiljö men med författarna Kristoffersen och Nilsson 1998.

#### 3.1.1 Skelettjord enligt Rolf & Moback (1991)

Detta är det som först skrevs på svenska om skelettjord och då kallades det för "Leca-gropen". Föreskriften var att 2/3 skulle bestå av krossade lecablock och 1/3 av jord. Anledningen till att lecablocken skulle användas var att de är luft- och vattenförande till skillnad ifrån sprängsten. Anläggningstekniskt skulle man använda sig av ett mothåll i form av ett stålrör som hindrade "leca-blandningen att tryckas in i planteringshålet". Utifrån försök i Göteborg kunde författarna skriva att det fungerade att anlägga "Leca-gropen" men att de hade en del kvarstående frågor. De kvarstående frågorna var: Vilken typ av jord skall användas? Vilket är det idealiska blandningsförhållandet jord – leca? Vilka belastningar tål konstruktionen? Vad kostar konstruktionen när den görs i större skala? Vad händer när rotens diameter blir så stor att den helt fyller utrymmet mellan skelettmaterialet. Kommer ytan då att lyftas upp? Hur påverkar frosten?

Principsektionen för "Leca-gropen" (se Figur 1) föreskrev att mothållet av ett stålrör ställs på terrassbotten innan de olika jordtyperna fylls på. I denna artikel föreskrevs också en rekommenderad växtbäddsvolym på 10 – 20 m<sup>3</sup>, för att tillgodose vatten- och näringsbehovet hos ett stort träd.



**Figur 1, Leca-gropen (Rolf & Moback, 1991)** Ursprunglig bildtext: "Röret ställs på terrassbotten och jordtyper D och C fylls kring röret och packas väl enligt Mark AMA. Jordtyper B och A anbringas i röret utan packning. Därefter tas stålröret upp och plantering utförs i jordtypen A. Jordtyper A och C innehåller humus." Kommentar: D & C utgörs av skelettjord och packas.

### **3.1.2 Skelettjord enligt Rolf (1993, 1994)**

Artikeln beskriver skelettjorden som ska bidra till att utöka trädens tillgängliga jordvolym och ytors bärrighet. Skelettmaterialet anges här till att kunna bestå av lavablock, lecablock eller sprängsten. Skelettmaterialet blandas med jord för att sedan packas så den blir stabil nog att tåla överfarter med personbil och mindre arbetsfordon. Anledningen till att lecablock använts anges här vara bristen på lava i Sverige och leca-blocken har då fungerat som ersättning för lavan.

I denna artikel poängteras jordens sammansättning som viktig för det slutliga resultatet. Jorden måste ”ha en god vatten- och näringshållande förmåga och vattnet ska vara växttillgängligt”.

Receptet som beskrivs i artikeln är hämtat ifrån Osnabrück i Tyskland och består av  
Lavablock 100-150 mm till 2:3 av volymen.  
I skelettets porer finns en sandjord (1:3 av volymen) på  
0-3 mm med en silthalt på 10-12 vikts- %.

Till den totala blandningen per m<sup>3</sup> har  
15 kg Granulerad bentonitlera  
12 kg Barkkompost 0/20 mm  
2 kg Agrosil LR  
1 kg Superfosfat  
0,75 kg Kalimagnesia  
0,1 kg Exello-Special tillförts.

Artikeln föreskriver precis som Gröna Fakta bladet att man använder ett stål- eller betongrör vid utläggning och packning av skelettjorden som mothåll för att skydda planteringshålet. Artikeln anger att skelettet blandas med jord och att konstruktionen packas så att den blir stabil, vad gäller hur man ska gå till väga vid anläggandet. Vad gäller överbyggnaden ovanför skelettjorden anges att ”skelettjord och sättgrus el dyl. skiljs åt med en geotextil och markbeläggningen läggs”

### **3.1.3 Skelettjord enligt Kristofferssen**

Huvuddelen av Kristofferssens arbete beskrivs under avsnittet Danmark. Här beskrivs det som kan ha påverkat Sverige utifrån artikeln i Utemiljö (Kristofferssen och Nilsson, 1998).

Denna artikel inkluderar en principskiss över en skelettjordsuppbyggnad, där trädet är placerat i ett planteringshål med växtjord som omges av skelettjord både undertill och vid sidorna. Ovanpå skelettjorden finns ett luftningsskikt som är sammankopplat med planteringshålets öppning. Ovanpå detta luftningsskikt finns ett lager sättsand och därpå överbyggnaden/gatsten. Stockholms nuvarande principskiss påminner om denna (se Bilaga I).

De föreskriver tre sätt att blanda jorden och skelettet, blandning före utläggning, våtblandning vid utläggning samt torrblandning vid utläggning.

1. ”Blandning före utläggning”  
Metoden kallas för blandning/prefab i fortsättningen. Det bärande materialet/skelettmaterialet blandas med växtjorden före utläggning i uppmätta proportioner. Blandningen görs lämpligen med hjälp av en frontlastare eller

grävskopa. Är jorden mycket torr föreslås det att den vattnas då det gör att jorden fäster vid skelettmaterialet bättre, vilket är en fördel för att få en jämn blandning. Den färdigblandade skelettjorden läggs ut i flera lager för att få en jämn och effektiv komprimering. Det finns en risk för att jorden i hålrummen mellan stenarna blir komprimerad om inte blandningen är tillräckligt homogen eller andelen jord är för hög.

## 2. "Våtblandning vid utläggning"

Kallas i fortsättningen för "vattning". Skelettmaterialet av sten läggs ut och komprimeras. På det lagret läggs "en passande mängd jord" ut som vattnas ned i skelettmaterialet. Den givna fördelen med detta tillvägagångssätt är att det säkerligen uppnås kontakt mellan stenarna. Problemet med metoden är om skärvor används har de en tendens att lägga sig med flatsidan uppåt och då blir hålrummandelen att vattna ned jorden genom mindre. Erfarenheter visar att det finns problem med att använda kompost eller torv i växtjorden då det resulterar i att den flyter ovanpå och täpper igen hålrummen som jorden ska transporteras ned igenom. Därav skall packningslagren inte göras tjockare än 25 cm. Kommentar: Tillförd jord per packningslager bör enligt Stål (pers.medd.) endast läggas så att den precis täcker stenarnas toppar.

## 3. "Torrblandning vid utläggning"

Benämns även för "borstning". Denna metod börjar precis som föregående med utläggning och komprimering av skelettmaterialet. "Stenmaterialet skall helst vara fullständigt torrt." Ett lager torr jord läggs ut ovanpå skelettmaterialet. En harpad torr sandjord föreslås. Jorden borstas ned i skelettmaterialet antingen för hand eller med hjälp av borstmaskiner. Tjocklek på 25 cm per packningslager gäller även denna metod. Metoden är enkel och effektiv men kan endast utföras vid torr väderlek.

**Tabell 3, Fördelar och Nackdelar med de tre blandningsmetoderna (delvis Kristoffersen & Nilsson, 1998, kursiv text är kompletteringar gjorda av författaren)**

Blandning/Prefab		Vattning		Borstning	
Fördel	Nackdel	Fördel	Nackdel	Fördel	Nackdel
<i>Bibehåller strukturen i jorden.</i>	Svårt att få blandningen homogen vid blandning och utläggningen.  Risk för komprimerad jord.	Säker bärighet genom kompaktering av skelettmatr. före jord inblandning	Svårt att få ned jorden i porerna om skelettmatr. är i små fraktioner.  <i>Jorden separerar</i>  <i>Svårt med rätt andel jord för att få den nedvattnad</i>	Rationell & effektiv.  <i>Säker bärighet genom kompaktering av skelettmatr. före jord inblandning</i>	Beroende av torr väderlek och torrt material.

Generellt kring anläggandet skriver de följande "För trädens skull är det bäst om det rotvänliga bärlagret ligger så högt i beläggningen som möjligt (bärlagret), medan det av vägtekniska skäl är att föredra att det rotvänliga lagret inbygges längre ner i konstruktionen,

där bärighetskravet är lägre (förstärkningslagret)". Viktigt är också att "planteringshålet är rätt dimensionerat och att det finns möjligheter till luftning, dränering och bevattning".

De fortsätter vidare med att om humushaltigt material inlagras på djup större än 40 – 50 cm från ytan med beläggning finns det risk för att syrebrist och därav kan anaeroba förhållanden uppkomma. Den risken ökar om det råder dåliga dränerings- och luftningsförhållanden. Utifrån detta föreskriver de ett bevattnings- och luftningslager som består av sten eller makadam utan finpartiklar, placerat mellan skelettjorden och den ovanliggande beläggningen. För att inte sättsanden och andra finpartiklar ovanifrån ska tränga ned i detta lager läggs en geotextil ovanpå. Bevattnings- och luftningslagret sätts sedan i kontakt med luften genom ett utluftningsrör som antingen mynnar ut i planteringshålet eller kopplas till ett rör som placeras i beläggningen. Detta lager, skriver de, "har dessutom den funktionen att det hindrar rötterna från att växa helt upp till undersidan av beläggningen och därmed minskar risken för att rötterna skall lyfta eller skada beläggningen".

När artikeln skrevs 1998 ansåg de att skelettjorden kunde användas under ytor med lättare trafik (1 lastbil/dygn), men de hade även noterat att den klarade ytor med lätt trafik (max 10 lastbilar/dygn) under danska förhållanden. De hade inte heller upptäckt några skador i beläggning som skulle ha kunnat bero på tjälskjutningar eller sprickbildningar. De ansåg att det är för tidigt för att kunna säga något om den rotvänliga överbyggnadens livslängd.



## 3.2 Internationellt

### 3.2.1 Tyskland

I Tyskland har man arbetat med skelettjord i någon form sedan mitten av 1980-talet. Det de använder som skelett är något som kallas för Eifellava. Anläggandet är mycket omsorgsfullt och inblandningen av jord i Eifellavan görs i tunna lager och manuellt. (Stål, pers.medd.).

Man har i Tyskland sett att de första träd som planterades ca 1989 i skelettjordskonstruktioner under hårdgjorda ytor nu börjar få en stagnation i sin tillväxt och en tidigare invintring, efter att under åren fram till 2003 – 2004 ha vuxit på ett mycket tillfredsställande sätt. (Schröder direkt via Stål, pers.medd.)

Den skelettjord som användes då hade en uppbyggnad av:

Grovlava i fraktion 100-150 mm

Fördelningen skelettjord var 3:1

Finjordsblandningen var:

sand 0-3 mm

silt på 10-12 %

15 kg bentonitlera per m<sup>3</sup>

12 kg barkkompost 0-20 mm

I själva planteringshålet hade man en undre växtjord och en övre växtjord.

Som undre växtjord

60 vol- % lava 8-16 mm

40 vol- % *finjord*

Sammansättningen för *den finjorden* var

75vol-% sand 0-3 mm,

25 vol- % agriperl 0-3 mm

och till varje m<sup>3</sup> tillfördes 15 kg bentonitlera och 15 kg barkkompost 0-20 mm.

Som övre växtjord användes

25 vol- % lava 8-16 mm

25 vol- % sand 0-3 mm

20 vol-% barkkompost 0-20 mm

20 vol-% kompost

10 vol-% agriperl 0-3 mm

och per m<sup>3</sup> övre växtjord tillfördes 10 kg bentonitlera. (Schröder, 1994)

För att utveckla trädplanteringarna i Tyskland har man gått vidare och börjat att anlägga ”rotkanaler” (Wurzelkanäle) och ”rotkammare” (Wurzelkammern) från planteringsytor in under trafikytor. I dessa kanaler av betongrör och i kamrarna (som är täckta med betonglock), fylls växtjord som trädrötterna kan växa i. (Schröder, 2000)

### 3.2.2 Nederländerna

Enligt Rolf (pers.medd.) finns ursprunget till skelettjorden i Nederländerna och att de första anläggningarna gjordes där i början till mitten av 1980-talet.

I Amsterdam har man utvecklat en konstgjord jord som hjälper stadsträden till ett längre och friskare liv. Amsterdam Tree Soil (ATS) som denna lösning kallas, utvecklades under 1970-talet. Blandningen testades fram genom flera blandningsmetoder i planteringshål för lindar (*Tilia sp.*). Blandningen som används består av medelgrov sand med en inblandning av 4-5 % välkomposterat organiskt material och 2-4 % lera. Antalet partiklar under 2µm får inte överstiga 2 % av den totala blandningen. Det organiska materialet ska vara välhumifierat för att minimera nedbrytningsprocesserna i marken, om det inte är tillräckligt nedbrutet anses det åtgå för stor andel syre för nedbrytningen. Mer än 5 % organiskt material får inte användas, då det anses ge för stora sättningar i beläggningen. Tillförsel av näring sker vid blandningen av jorden men ingen tillförsel sker efter utläggning i växtbädden. Lerhalten får inte överstiga andelen organiskt material då det anses kunna leda till packningsskador i den färdiga växtbädden om det sker eventuell tyngre trafik på ovanliggande yta. Vid anläggandet anpassas växtbäddsdjupet efter var grundvattnet finns. ATS anläggs sällan så att grundvattnet kan stiga upp i växtbädden. Själva ATS läggs ut i lager om 40-50 cm tjocklek och packas var för sig. Standarddjupet för en växtbädd är en meter. (Couenberg, 1994;1998).

Enligt Gustafsson (pers.medd.) så har denna variant av att bygga endast fungerat i Nederländerna vad hon känner till, vilket eventuellt skulle kunna bero på de speciella grundvattenförhållandena som råder där.

Couenberg (1994) skriver att ATS inte ska betraktas som något undermedel eftersom den precis som den vanliga sanden i Amsterdam inte fungerar som växtjord för träd då grundvattnet stiger upp i den. Det leder till att trädet lider av syrebrist och då är inte jordblandningen avgörande för trädets överlevande. Däremot anser han att träd i ATS möjligtvis kan klara torra perioder något längre än övriga stadsträd, i Nederländerna. Något som är intressant att notera är att de har en rekommenderad optimal storlek på växtbädd för ett träd, 5-20 m<sup>3</sup> beroende på trädart och plats.

Couenberg anser att syre i rotklumpen, vatten, utrymme för tillväxt och stabilitet är de viktigaste parametrarna vid utformandet av växtbädden (Couenberg, 1998).

### 3.2.3 USA

Skelettjord i USA går under benämningen Structural Soil, CU-Structural Soil, CU-Soil (CU står för Cornell University) ibland även under Skelton Soil Material (SSM). Den har tagits fram på grunder av forskning vid Cornell University.

CU-Soil är konstruerad av ett enhetligt kantigt krossmaterial av sten eller grus som har en storlek från ¾ till 1½ inch (2,54 cm) = 19 mm – 38 mm. Vid kompaktering av detta material ges en porvolym på 40 %. Ett material med motsvarande fraktion men med rund karaktär ger en porvolym på 33 %. Att fraktionens spann mellan minsta och största fraktionen är låg gör att porvolymen hålls hög även efter kompaktering. Jorden som används föreskrivs med en lerhalt på minst 20 %, som i sin tur ska innehålla minst 5 % organiskt material. Det organiska materialet ska bidra till att öka den närings- och vattenhållande förmågan samt gynna mikrolivet. (Trowbridge & Bassuk, 2004)

Problemet med CU-Soil är att få den jämnt blandad och att bibehålla den uppnådda strukturen utan separation under transporter, utläggning och kompaktering. För att hålla CU-Soil-blandningen stabil under dessa processer har man valt att tillsätta ett bindningsmedel i form av hydrogel. (Trowbridge & Bassuk, 2004)

CU-Soil blandas på en plan yta, där skelettmaterialet läggs ut i 30 cm tjocka lager för att på den sedan spruta hydrogel och därefter blanda in jorden. Detta blandas sedan med hjälp av en hjullastare tills en enhetlig blandning uppstår och då transporteras den till platsen för anläggningen. Kompakteringen av skelettjorden kan göras till 100 % av standardproctor (AASHTO T-99). (Trowbridge & Bassuk, 2004)

CU-Soil anses vara lämplig för gångbanor, parkeringar och gator med enstaka fordon, i USA. Lösningen ska användas då det inte finns någon annan lösning för träd i hårdgjorda ytor. Där trädet ska planteras i skelettjorden är det fullt möjligt att låta CU-Soil gå ända upp till ytan i beläggningen, eftersom det anses ge vatten och gasutbyte ned i jorden. CU-Soil anläggs i minimum av 61 cm tjocka lager, rekommenderad tjocklek är 91 cm. (Trowbridge & Bassuk, 2004)

CU-Soil är en patenterad skelettjordsprodukt i USA. Jordblandning får endast anläggas av certifierade utförare som bör garantera en optimal konstruktion.

Trots att blandningen är patenterad förekommer det att andra som inte certifierats utför anläggandet av skelettjorden men oftast med en egen anpassning av skelettmateriel och jord. Föreskrifterna som Cornell University (CU) formulerat har visat sig inte fungera i hela Nordamerika. CU har använt sig av en hydrogel för att binda jord och stenar samman, i Vancouver har de istället använt sig av ett bindemedel benämnt Soil Stabilizer. Där sorterar de också stenen och tar bort de mest platta stenarna och på så sätt anser de sig öka porernas storlek och får ett blandningsförhållande på 1:3 istället för CU:s förhållande 1:4. I Palo Alto krävdes det en ökning av lerhalten så att den blev 50 %. CU föreskriver en kalksten som skelettmateriel. Kalkstenen som finns i Illinois är betydligt mer lättvittrad än den vid Cornell och därför har de antingen bytt till en annan sten eller valt träd som tål högt pH-värde, en sådan ändring strider emot patentet. (Sorwig, 2001)

CEC kapaciteten i jorden är mycket viktig och Friedrich (2001) poängterar att lerhalten är viktig i jorden för att garantera vatten- och näringshållande förmåga. Han vittnar om att träd som planterats till OS i Atlanta (1996) växer och utvecklas i dess skelettjord. Friedrich (2006) arbetar vid Starlite och där har de dels skelettjord som lämpar sig för träd i vanligt gatutrymme och skelettjord som lämpar sig för användning på ex. takbjälklag. Deras skelettjord har en CEC kapacitet på 26,9 me/100g. Denna skelettjord har inte heller någon hydrogel tillsatt.

### **3.2.4 Danmark**

Under avsnittet Sverige anges viss dansk forskning i form av en artikel publicerad på svenska i tidningen utemiljö av Kristoffersen och Nilsson (1998). Under detta avsnitt presenteras samma forskning men mer ingående på forskningen och mindre på hur anläggandet ska ske. Forskningen utgörs av Palle Kristofferssens (1998) doktorsarbete och avhandlingen ligger till grund för texten i detta avsnitt, forskningen är enklast att nå via de publicerade artiklarna. Första artikeln heter "Designing urban pavement sub-bases to support trees" publicerad i Journal of Arboriculture, volym 24, nr 3 år 1998. Den andra artikeln heter "Growing trees in road foundation materials" publicerad i Arboricultural Journal 1999, vol. 23. ss. 57 – 76. Ytterligare två artiklar ingår i avhandlingen men behandlar inte skelettjord.

Han har gjort tillväxtförsök med plantor av arterna *Acer platanoides* 'Emerald Queen' (skogslönn), *Fraxinus excelsior* 'Westhof's glorie' (ask) och *Tilia vulgaris* 'Pallida' (eg. *Tilia x europaea* 'Koningslinde', kungslind (Bengtsson, 2000)) i krukor på 65 l. Plantorna hade fått stå i krukorna i två växtsäsonger, för *Tilia* tre växtsäsonger innan de tagits upp och tillväxten i både rot och krona mättes. Närmast plantan fanns ca 3 liter växtjord att börja tillväxten i innan omgivande material fanns.

Materialen i krukorna var:

1. krossad granit med växtjord (fyllnadsandel 30 %)
2. krossad lavasten med växtjord (fyllnadsandel 30 %)
3. krossat tegel med växtjord (fyllnadsandel 30 %)
4. leca-betong block med växtjord
5. sandblandning liknande Amsterdam Tree Soil
6. vanlig växtjord (okompakterad)
7. kompakterad alv
8. kompakterat bärlager/grus

Krukorna hade under försöket utrustats med droppbevattning och Kristoffersen påpekar att *Acer* och *Tilia* hade större problem med att utvecklas under de vattenmättade förhållanden som tidvis uppkom under försöket.

Han kom fram till vid försöket att alla tre arterna växte väl i växtjorden, graniten, lavan och teglet. Att *Fraxinus* även växte i den kompakterade alven, sandblandningen och i leca-betong blocken. *Fraxinus* växte något bättre än *Acer* och *Tilia* i det kompakterade bärlagret/gruset men det var dålig tillväxt för samtliga i det materialet. Kristoffersen anser att den dåliga tillväxten i Leca-betong blocken beror på att pH-värdet har höjts till 8, men han anger samtidigt att det förekom vattenmättade förhållanden i krukorna. Ett vattenmättat förhållande innebär syrebrist för rötterna och *Acer* och *Tilia* är mer känsliga för det än *Fraxinus*.

I de blandade jordarna som skulle efterlikna skelettjordar (nr 1 – 3, ovan) med ett krossat material eller block erhöles ett förhöjt förhållande mellan rot och krona. Rottillväxten var högre för plantorna som vuxit i skelettjordsblandningarna än för de plantor som vuxit i växtjorden i förhållande till tillväxten i kronan. Utifrån det skriver han att andelen skelettjord måste ökas i förhållande till vilken mängd ren växtjord som skulle ha krävts för trädet.

Både lavastenen och det krossade teglet som skelettmaterial gav plantorna en lika stor höjdtillväxt som plantorna i den vanliga växtjorden. Jämförelsen mellan skärven och den vanliga växtjorden visade att skärven gav en mindre höjdtillväxt. Men det fanns ändå igen signifikant skillnad mellan skelettmaterialen.

Sandblandningen som skulle efterlikna Amsterdam Tree Soil fann han vara användbar om kompakteringsgraden och inblandningen av mull var helt korrekt. Men det är just det som han anser vara svårt att säkerställa vid anläggandet och därför är det en osäker metod.

I Danmark hade man då Kristoffersen undersökte det, använt sig av tre typer/metoder av skelettjordsblandningar och en typ av sandblandning i de anläggningar som gjorts. Vanligast var att sten hade använts som skelettmaterial på grund av att det var ett betydligt billigare råmaterial än lava eller krossat tegel.

Skelettmaterial hade fraktioner inom intervallet 32 – 150 mm och bestod av grus, granit, lava block, krossat tegel eller lecabetongblock.

När Kristoffersen skrev sin avhandling hade Danmark omkring 40 anläggningar med över 800 träd byggda med någon variant av skelettjordskonstruktion. För att bygga dessa anläggningar användes tre olika metoder för anläggandet. Metoderna finns beskrivna under avsnittet Sverige.

De gjorda anläggningarna i Danmark var samtliga 1998 yngre än åtta år. Under den tid som de då hade existerat hade det inte kunnat konstateras några problem med sättningar eller tjälskador. Vad som dock anges i avhandlingen är att dessa anläggningar inte enbart är lyckade utan det förekommer de med dålig tillväxt hos träden. Anledningen till den dåliga tillväxten anser han beror på en felaktig anläggning av skelettjorden. I vissa fall har jorden blivit permanent vattenmättad vilket har lett till att rötterna dött av.

Principen med anläggning av rotvänliga överbyggnader är att bygga in ett lager i överbyggnaden som tillåter rottillväxt och samtidigt leder laster genom överbyggnaden ned till terrassen utan att komprimera jorden som finns i hålrummen. Anläggningsmetoden måste även säkerställa att ingen omlagring av materialet kan ske. En omlagring av materialet skulle kunna innebära att den tillgängliga jorden för rottillväxt blir minimerad alternativt kompakterad, vilket i sin tur skulle leda till sättningar i markytan.

Kristoffersen anger en fyllnadsgrad av 80 % i skelettets porer. Rötternas utveckling kommer med tiden att fylla resterande del av porerna.

Med hänsyn till tillväxten och utformningen av planteringshålet är det en fördel om det rotvänliga bärlagret placeras så högt som möjligt i överbyggnaden.

Kristoffersen förespråkar att ett luftningslager läggs in mellan skelettjorden och det ovanliggande materialet. Luftningslagret ska ha funktionen av bevattnings- och utluftningskanal för skelettjorden. Lagret får inte fyllas med jord utan snarare täckas med en geotextil för att hindra ovanliggande lager att fylla luftningslagret. Lagret bör sättas i förbindelse med planteringshålet eller markytan med hjälp av ett antal rör.

### **3.2.5 Australien**

Enligt Hewett (2002) har ”Structural soil” använts i Australien och bland annat i olympiaparken i Sydney (OS 2000). May och Smith (2002) anger även de att ”Structural soil” har använts och de beskriver den utifrån Grabovskys och Bassuks forskning 1996 (se avsnitt USA).

### **3.2.6 Finland**

I Finland har man vid Helsingfors Universitet, institutionen för skogsekologi anlagt ett par skelettjordar. Dessa skelettjordar finns inom campusområdet för jord- och skogsbruksfakulteten. Huvudansvarig för projektet med skelettjordarna är Eero Nikinmaa. Den första anläggningen består av lindar som vid beställningen skulle vara *Tilia cordata* 'Erecta'. De anser sig något ovissa om alla träden verkligen är av den beställda sorten. På den andra anläggningen finns det en pelformad al (se Figur 2), troligen *Alnus glutinosa* 'Pyramidalis' (författarens uppfattning).

Anläggningarna är gjorda utifrån ett forskningssyfte och därmed finns det några olika jordtyper i skelettjordarna. Skelettet består av kross i fraktionen 32-150, vilken var den fraktion som man vid undersökning i Tampere kom fram till hade störst porvolym av de undersökta fraktionerna (Nieminen et al., 2002). I anläggningarna finns en mängd mätinstrument installerade för att bland annat mäta fotosyntesaktivitet, savflöde, stammens tjockleksvariation, vattenhalt i mark, temperatur i luft och mark, syrehalt i mark med mera. Idag finns vissa data framtagna som kan visa en del tendenser till hur skelettjorden och träden fungerar. Det är ännu för tidigt att kunna sammanställa alla data och dra några generella slutsatser som kan påverka hur vi bör anlägga skelettjordar och plantera träd i framtiden.

Hur användandet av skelettjord ser ut i Finland kunde de inte svara på direkt vid Helsingfors Universitet. Det förekommer att skelettjord används och det är troligen vanligast att man vattnar ned jorden i skelettet. (Nikinmaa, pers.medd.)



Figur 2, Pelarformig al, en av forskningsplanteringarna i Helsingfors. Mätutrustningen styrs via det svarta skåpet. (Rolf, 2004)

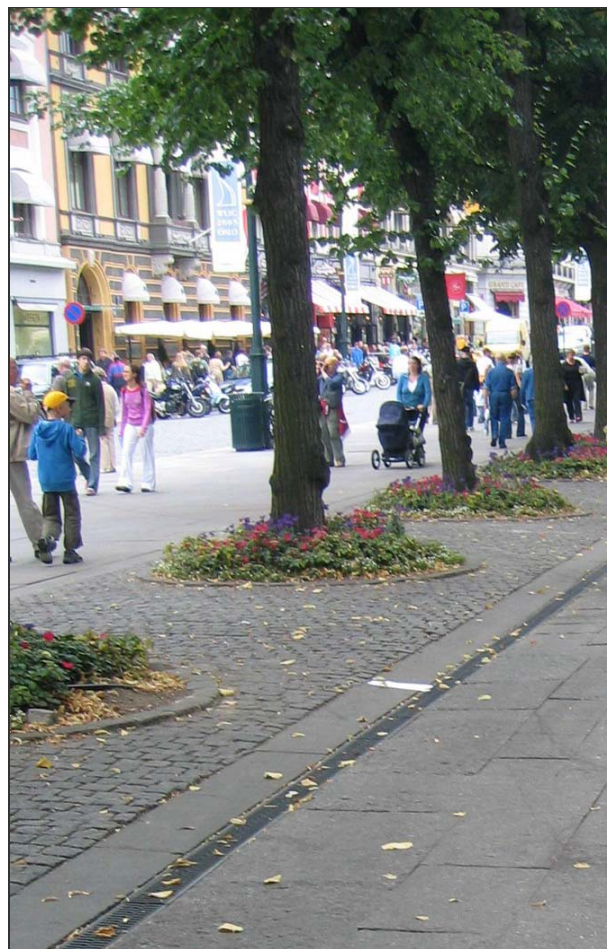
### 3.2.7 Norge

Vid Norges lantbrukshögskola har man under våren 2004 byggt upp en testanläggning med skelettjord och keiserlind (*Tilia sp.*). Testanläggningen består av fyra testgator med olika underlag. Det är vanlig väguppbyggnad och olika varianter av ”rotvennelige forsterkningslag” (norska benämningen på skelettjord) med små och stora fraktioner på skelettet. Det ska studeras hur träden i anläggningen utvecklar sig i förhållande till vilket rotmöjligt utrymme de har fått, under de kommande tio åren. Vidare ska de studera vad som händer med bärigheten i vägbanan. Slutligen ska de även gräva upp några träd och studera hur rötterna har utvecklat sig. Utifrån detta hoppas de kunna få klarhet i vilken anläggningsmetod de ska använda sig av. De vill även bevisa för de Norska väganläggarna att skelettjorden har tillräcklig bärighet för trottoarer och parkeringsplatser. (Spilde, 2004)

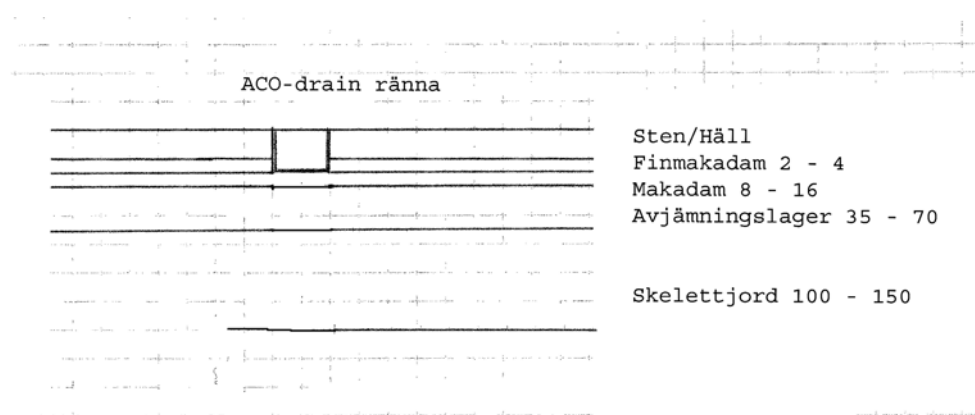


Stenen som använts i forskningsanläggningen är av granit och i fraktionerna 60 – 120 samt 20 – 120 mm. Norska vägverket (Statens vegvesen) har mätt bärigheten och mäter löpande om sättningar sker vid ett antal fixpunkter i anläggningen. Anläggningen ska tåla lätt trafik med enstaka tyngre fordon. (Pedersen, pers.medd.)

Det praktiska användandet av skelettjord i Norge verkar vara relativt låg ännu så länge. Örjan Stål (pers.medd.) har deltagit i att anlägga en skelettjord på Oslos paradgata Karl Johan. Denna skelettjordsanläggning blev ca 10 m bred och 500 m lång (se Figur 3). Skelettjorden fick en tjocklek på 300 mm. Bärlagret ersattes med ett avjämningslager av makadam 35 – 70 mm. Som ersättning för sättsand under storgatstenen användes makadam 2 – 4 mm (se Figur 4). Runt träden i den öppna ytan finns en droppbevattning. Syftet med anläggningen var att vitalisera befintliga träd. (Stål, pers.medd.)



**Figur 3, Lindarna på Karl Johan i Oslo efter vitalisering med skelettjord. Annueller har planterats runt träden och dagvatten tillförs skelettjorden i ett försök att skapa ett långsiktigt hållbart system. (Stål, 2005)**



**Figur 4, Förenklad princip för anläggningen på Karl Johan.**

### 3.3 Sammanfattning internationella erfarenheter

I den internationella forskningslitteraturen återfinns tre varianter av hur växtbäddar kan göras med fördel för träden och bidra med bärighet för den ovanliggande trafikytan. Den äldsta omskrivna i dessa sammanhang är Amsterdam Tree Soil som består av sand med en liten lerinblandning och lite mull. Det är CU-soil som utvecklats vid Cornell University i USA som består av makadam i fraktion 19 – 38 mm eller förenklat 20 – 40 mm blandat med hydrogel som bindemedel för jorden. Den tredje är den danska skelettjorden, eller som den där kallas, rotvänlig överbyggnad eller gatumakadam, vilken liknar de som använts i Tyskland, Sverige och Norge. Ska man beakta den populärvetenskapliga litteraturen används CU-soil i USA som en patenterad produkt men det förekommer andra varianter av den som kan blandas och anläggas av icke auktoriserade anläggare.

De forskningsförsök som gjorts både i Danmark och USA har till största del handlat om att plantera trädplanter i krukor som ska efterlikna förhållandena i en större växtbädd. Jämförelsenivån är inte den optimala då ett antal arter/sorter har använts i olika försök. Likaså kan inte dessa resultat visa hur långsiktig skelettjorden är, den visar endast hur rötterna utvecklas i krukans och hur skotttillväxten sker. Rötterna utvecklas dock om det råder goda vatten- och syreförhållande i krukans. (Se avsnitt USA och Danmark)

Den första anläggning med skelettjord som det finns god kännedom om är den i Osnabrück som anlades kring 1989 i vilken träden nu har börjat stagnera i tillväxt och få en tidigare invintring. Den tidiga invintringen kan bero på att träden har övergått till ett adult stadium men det kan också handla om att träden inte har tillgång till mer näring i skelettjorden (Pers. medd. Bengtsson, Schröder via Stål). Forskningen i USA och Danmark är gjord under mitten till slutet av 1990-talet vilket gör att där ännu inte kommit några rapporter om skelettjordens livslängd för träden. Danmark gör en utredning för närvarande.

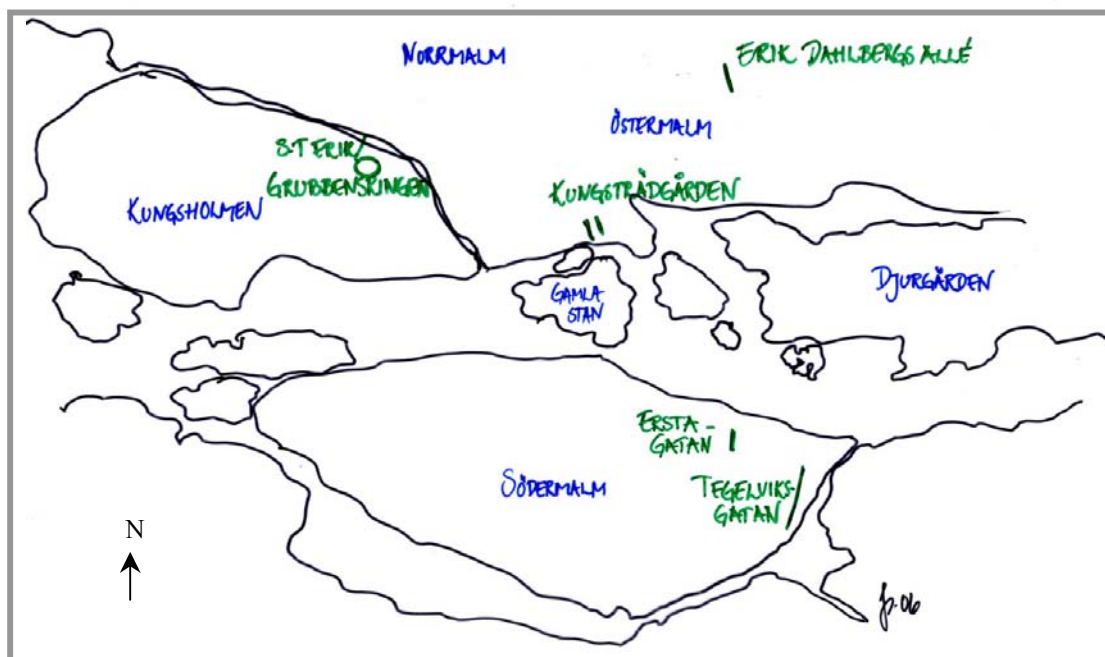
I den danska litteraturen anges att skelettjorden har klarat bärigheten för trafikytor med upp till 10 lastbilar/dygn. I övrigt anges att den lämpar sig för trottoarer, parkeringsplatser och gång- och cykelvägar, i samtliga länder.

För svenska förhållanden betraktas inte Amsterdam Tree Soil som en möjlig skelettjord, den är mycket krävande vad gäller att förhållandena med grundvatten m.m. är de rätta och att anläggningen utförs med stor noggrannhet, för att den ska fungera.



## 4 FALLSTUDIE I STOCKHOLM

Fallstudierna i detta projekt har utförts i Stockholm. Stockholm har sedan mitten av 1990-talet arbetat med att anlägga skelettjordar. Skelettjordarna har använts både vid vitalisering av äldre träd och vid nyetablering av unga träd. De första skelettjordarna är konstruerade efter det Gröna Fakta blad, och de artiklar som Rolf skrev (1991, 1993, 1994). Osäkerheten kring hur jorden skulle hanteras var då stor i Stockholm. Till skelett använde man då lecablock som krossades för hand på arbetsplatsen (Schnackenburg och Embrén, pers.medd.).



Figur 5, Undersökta anläggningars läge i Stockholm

Med hjälp av Björn Embrén sammanställdes en lista över vilka gator/anläggningar i Stockholms innerstad som är gjorda med skelettjord för nyplanterade träd. Med vissa kompletteringar uppgår nu den listan till ca 27 olika gator/anläggningar som i sin tur kan vara gjorda i flera etapper. Av dessa anläggningar är ca sjutton gjorda under 2002 – 2005. Därmed återstår ca nio anläggningar som är gjorda tidigare än 2002, av dessa anläggningar vet man att tre av dem inte har fungerat tillfredsställande. Två av dessa anläggningar var okända för Björn Embrén vid projektets uppstart, därav finns endast fyra av anläggningarna utförda före 2002 med i min undersökning.

Jag har gjort undersökningar på sex av dessa 27 anläggningar (deras läge i staden se Figur 5). Det är Tegelviksgatan, Kungsträdgården del ett, St. Eriks området, Erik Dahlbergs allé och Erstagatan. De två sistnämnda är anlagda under hösten 2003. Undersökningarna har omfattat att samla in ritnings- och beskrivningsmaterial, att vitalitetsbedömma ett urval av träden och att tillväxtmäta samma träd. Eftersom Erik Dahlbergs allé och Erstagatan är så nya så har jag uteslutit dem ifrån tillväxtmätningen eftersom jag inte kan förutsätta att så nya träd har rötter i skelettjord eller att det är i tillräcklig omfattning för att ha någon betydelse för tillväxten.

Ytterligare en anläggning har undersökts och vitalitetsbedömts, det är Brantingstorg i Uppsala. Anledningen till att den anläggningen är med är att den har ytterligare en lösning på hur skelettjord kan användas.

Tillväxtmätningarna utfördes 2005-11-10 – 11 och vitalitetsbedömningarna 2005-09-29.

I sammanfattningen av detta kapitel och Tabell 6 jämförs anläggningarna och ställda krav på jordar visas, för ytterligare information om ställda krav se respektive anläggningsbilaga och i vissa fall även Bilaga G med delar ur Stockholms stads Tekniska handbok.

Principsektioner som visas i fallstudien är antingen direkt ifrån ritning eller konstruerade utifrån handlingar, dessa principsektioner är med för att ge en bild av hur respektive anläggning kan ha byggts upp. Principsektionerna ska inte ses som rekommendationer för hur växtbäddar ska konstrueras. För rekommendationer, se avslutande *Diskussionsavsnittet* och *Råd & anvisningar*.

#### 4.1 Att bedöma och mäta träd

För att kunna bedöma och utvärdera hur träden fungerar i olika anläggningar krävs det kännedom om hur olika trädarter och sorter utvecklas. Bedömningen måste anpassas till vilken ålder och fas trädet befinner sig i. Största delen av fakta inom detta område beskriver hur ett träd utvecklas från liten planta till en fullvuxen individ och sedan hur tillbakagången kan se ut. Roloff (2001) visar trädets utveckling i fyra faser, dels i form av den enskilda grenens utseende, dels hur trädkronans topp utvecklas. Utifrån de faserna kan man till viss del göra en bedömning och placera in trädet i dess successionsordning. Bedömningen är dock mer anpassad för vuxna trädindivider än för de yngre som har ingått i detta arbete.

Dujesiefken (pers.medd.) ansåg att det är mest relevant att mäta trädkronans övre tredjedel eftersom det är där trädets framtid finns. Förvisso är det alltid intressant att mäta framtiden men i detta projekt är tillväxtmätningarna gjorda för att ge eventuella indikationer på huruvida träden i anläggningarna växer och kan betraktas som om de är vitala.

Ståls (pers. medd.) erfarenhet är att stressade träd ofta har kraftigt med skott nedtill i kronan. Det är viktigt att kunna avgöra om skotttillväxten är korrekt eller så kraftig/lokaliserad i kronan att den kan tyda på stress.

Welander (pers.medd) pålyser att om träden har god tillgång på sol satsar de mindre på höjdtillväxt och mer på tillväxt i bredd. Skotttillväxten för arter som *Tilia* och *Prunus* sker under några få veckor. Mätning av skottsträckningen ger en uppgift om hur god vatten-tillgången har varit just de veckorna, men beror också på den inlagrade näringen från föregående år. (Welander, pers.medd.) Att enbart mäta tillväxt är inte tillräckligt för att bedöma hur vitalt ett träd är.

Enligt Watson och Himelick (1997) minskar tillväxten första och andra året efter planteringen på grund av den rubbning i rot/krona balansen som trädet är utsatt för. Efter år två kan man räkna med att tillväxten ökar successivt under de närmsta åren, för att komma till samma nivå i tillväxt som skedde i plantskolan. Det är då de betraktar trädet som etablerat. Det förutsätter att trädet får lika goda förutsättningar på planteringsplatsen som i plantskolan, vilket inte alltid är självklart. Bengtssons (pers.medd.) definition av etablering är att trädet är etablerat då det uppnått en tillväxt som kan betraktas som normal för ståndorten.

Randrup (1996) anger att det krävs ungefär minst fyra till fem säsonger för att kunna bedöma om trädens tillväxt beror på växtplatsens markförhållanden. Anledningen till detta är att

trädets rötter ska hinna växa ut ur planteringshålet innan man kan avgöra om jorden intill är tillgänglig för rötterna.

Träd som planteras i gropar/ringar och får tillskott av kväve för en god tillväxt kan uppnå obalans mellan rot/krona, där kronan får en större andel. Det kan i sin tur leda till ökad känslighet för torka, ökad instabilitet och därmed risk för skador pga. vind. (Kopinga, 1991).

Jorden intill de nyplanterade trädens rotzon ska hållas fuktig under minst de två första åren efter planteringen. Samma krav gäller för både handvattning och droppbevattning, träden får dock inte övervattnas. (Arnold, 1993)

Beskärning under vinter eller tidig vår påverkar träden genom att lagrad näring tas bort. Näringen som finns i en gren behöver inte vara reserverad för enbart den grenen utan näring kan transporteras till andra delar i trädet. (Welander, pers medd.) En för kraftig beskärning gör att trädet skjuter stor andel skott som i längden kan ge ett ökat skötselbehov och i värsta fall förstörd kronarkitektur.

#### 4.1.1 Förklaring till vitalitetsbedömningsmall

För alla kategorier i bedömningen görs en visuell besiktning som utgår från % av kronan. Det finns i denna undersökning tre kvalitéer:

A = 100 – 66 %, bra

B = 65 – 33 %, medel

C = 32 – 0 %, dåligt

Undantag är kategorin ”toppskottet”, där kvaliteterna kan ersättas med omdömet ”obefintlig”.

##### **Kronan:**

**Blad på yttregrenar:** Bedömning av hur mycket av kronan som har/inte har blad längst ut på grenarna, %.

**Bladkanter:** Kontroll om det finns bruna bladkanter, och i så fall, hur mycket av bladen som har bruna bladkanter, %.

**Döda grenar:** Andel döda grenar det finns i kronan, %.

**Toppskottet:** Bedöms som antingen vitalt (A), tillbakasatt (B), dött (C) eller obefintligt (-).

**Bladmassa:** Mängd bladmassa, %. Ger en bedömning om eventuell gleshet i finns i kronan.

**Bladfärg:** Bedömning av hur mycket av kronans bladverk som har en mindre grön färg eller börjat invintra. (Förutsätter att bedömningen görs strax före invintring) %

**Sjukdomsangripna blad:** Eventuella sjukdomsangrepp på bladen från exempelvis svamp eller skadeinsekter. % av bladen.

##### **Stammen:**

**Påkörnings-/Trimnings-skador:**

Träden bedöms som A-, B- eller C-kvalitet där A innebär att stammen är helt fri från påkörnings- eller trimningsskador.

**Beskärning:** Om trädet inte beskurits på ett fackmannamässigt sett, d.v.s. om det finns ”flush cuts” eller liknande bedöms träden antingen som B eller C. Träd fria från beskärning eller med god utförd beskärning klassas som A.

**Sjukdomsangrepp:** Beroende på vilken typ av sjukdomsangrepp som drabbat stammen eller hur stort angreppet är, bedöms det som antingen B eller C. En sjukdomsfri stam bedöms som A.

**Skador av etablerings-skydd:**

Skador orsakade av felanvända eller bortglömda etableringsskydd, stöd och liknande. Utifrån skadans allvar bedöms trädet som antingen B eller C. Ett träd fritt från skador orsakade av något av ovanstående bedöms som A. Träd med etableringsskydd kvar bedöms även de som B i denna studie.

##### **Totalt:**

**Helheten:** Utifrån vilka resultat som visats i de olika kategorierna, görs slutligen en helhetsbedömning av redovisade värden och hur trädet uppfattas.

##### **Omvärld/kommentar:**

Bedömning av övriga faktorer, vindutsatthet, väderstreck, beläggning, sättningar i mark, fruktsättning m.m.

#### 4.1.2 Trädarter och sorter som ingår i studien

Nedan beskrivs de arter/sorter som förekommer i fallstudiens anläggningar.

##### 4.1.2.1 *Tilia*

I anläggningarna Tegelviksgatan, Kungsträdgården och St. Eriks området har sorten 'Rancho' av *Tilia cordata* förskrivits. Vid mina besök har jag noterat att det finns en skillnad i växtsätt mellan träden. Genom diskussion med Rune Bengtsson har jag styrkt min uppfattning om att det finns minst tre varianter av lind (*Tilia*) på Tegelviksgatan, fler än två varianter i Kungsträdgården och att det kan finnas mer än en variant på St. Eriksområdet. Sorten Rancho som är föreskriven kan till och med bitvis vara i minoritet i anläggningarna.

Fakta ur Bengtssons Stadsträd A – Z (2000):

*Tilia cordata* blir som vildväxande i landet 20 – 25 m i höjd. Variationen mellan plantorna vid fröförökning är stor. Ett enhetligt växtsätt erhålls om en sort väljs.

*Tilia cordata* 'Rancho' blir ca 10 – 12 m i höjd och 5 – 6 m i bredd med en smal och konformig krona. Sorten anses mer eller mindre fri ifrån bladlusangrepp och därav ger de minimalt med honungsdagg.

*Tilia cordata* 'Greenspire' uppgiften om storleken för denna sort är moderträdet som för ca tio år sedan var 20 m i höjd och 10 m i bredd, om trädet var färdigvuxit då framgår ej.

*Tilia cordata* 'Erecta' sorten blir ca 18 – 20 m i höjd och 6 – 8 m i bredd. Kronan är först pyramidformad men övergår senare till en äggformad.

Enligt Bengtsson (pers. medd.) kan *T. cordata* 'Erecta' ha en stark tendens att bilda mycket frukt och att den kommer in i adult fas tidigare än sorterna 'Rancho' och 'Greenspire'. Den sistnämnda verkar vara den som dröjer längst med att sätta frö och gå in i ett adult stadium.

Med anledning av att det finns flera sorter och kanske även arter i anläggningarna kan jag inte svara på om trädens genetiska egenskaper påverkar bedömningarna av vitaliteten och tillväxtmätningarna.

Studien kan därmed påverkas så att träd som är av samma ålder men av olika sort har olika mognadsgrad och genom att ett träd går in i den adulta fasen då blomning och frösättning sker så kan även tillväxten avta. Blomning och frösättning har betraktats som delvis negativt i vitalitetsbedömningarna. Då har det betraktats som stressymtom.

##### 4.1.2.2 *Prunus*

Fakta ur Bengtssons Stadsträd A – Z (2000):

*Prunus avium* 'Plena', fylldblommigt fågelbär, träden kan i goda förhållanden bli 10 – 12 m höga och 12 – 15 m breda. Sorten är steril och avger på så sätt inga bär. Sorten anses mottaglig för bakteriesjukdomen gummiflöde.

##### 4.1.2.3 *Aesculus*

Fakta ur Bengtssons Stadsträd A – Z (2000):

*Aesculus hippocastanum* 'Baumannii', fylldblommig hästkastanj, blir ca 10 – 12 m i höjd. Grenverket växer kandelaberformigt och bildar en rundad krona.

#### 4.1.2.4 Robinia

Fakta ur Bengtssons Stadsträd A – Z (2000):

*Robinia pseudoacacia*, robinia, träd kan i odling bli 15 – 20 m i höjd. Träden bör alltid hanteras med klump eller liknande då de som barrotade riskerar att torka ut.

Det finns några sorter av arten som skulle kunna vara lämpligare att använda i stadsmiljö eftersom de är mer enhetliga i växtsättet än vad arten är.

## 4.2 Beräkningar

I fallstudien har det gjorts ett antal beräkningar för att kunna göra en jämförelse mellan anläggningarna. I Tabell 4 visas vilka värden som används till respektive resultat. I Figur 6 ges en schematisk bild av hur en växtbädd ser ut.

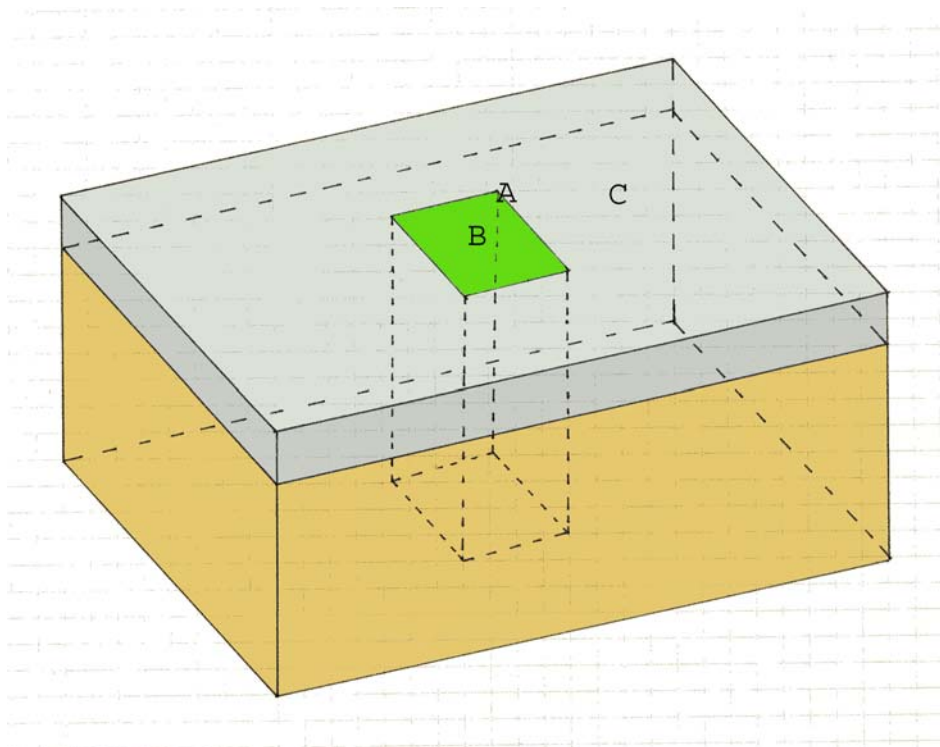
**Tabell 4, Beräkningsformler för viktiga värden i växtbäddssammanhang**

Uträkning	Mått/Formel	Resultat	Enhet	Förklaring
Utnyttjad yta	Längden x bredden	A	m <sup>2</sup>	Hela växtbäddens area
Yta växtjord	Längden x bredden	B	m <sup>2</sup>	Växtjorden kan vara täckt med något genomsläppligt material.
Yta skelettjord	A - B	C	m <sup>2</sup>	
Volym planteringshålet tar i anspråk	Yttre Längd x bredd x djup	D	m <sup>3</sup>	Beräknas om någon typ av avgränsning finns mellan växtjord och skelettjord finns, ex. Betongring.
Volym växtjord som planteringshålet ger inklusive rotklump	Inre Längd x bredd x djup	E	m <sup>3</sup>	Ev. täckande material inkluderas inte i volymen.
Volym skelettjord som erhålls	A x djup - (D el. E)	F	m <sup>3</sup>	Beräknas beroende på utformningen, är planteringshålet i skelettjorden, tas volymen D eller E bort ifrån denna beräkning, beroende av ev. Avgränsning.
Faktisk andel jord i skelettjorden	F x 0,3 (ca 30 %)	G	m <sup>3</sup>	Anpassa faktorn till den andel jord som finns i skelettjorden.
Total volym, växtbädd	E + F	H	m <sup>3</sup>	
Andel växtjord av utnyttjad yta	E/A	I	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	
Andel skelettjord av utnyttjad yta	F/A	J	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	
Total andel utnyttjad yta	I + J	K	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Beräknas pga. att den totala volymen och hur den utnyttjar ytan är viktigt för trädets stabilitetsförmåga.
Total andel utnyttjad yta enbart jord	(G/A) + I	L	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Beräknas pga. att mängden jord är viktig, eftersom den håller näring och vatten. Värdet ökas effektivast med större planteringshål.

Som det framgår tidigare i denna rapport är det av stor vikt att syre, vatten, näring och utrymme ges träden. Ovanstående beräkningar kan användas vid en växtbäddsdimensionering för att se hur stora volymer och vilka proportioner som ges. I stycke 4.9, Tabell 7 ges resultaten för fallstudiens anläggningar baserade på flertalet av ovanstående beräkningar. Vad

som eftersträvas med dessa uträkningar är att få så stora volymer växtjord och skelettjord som är möjligt i given situation och med de volymerna koppla till hur väl ytan används till trädets behov utan att göra avsaknad på ytans förmåga att bära trafiken.

En väl använd yta ges endast om hela växtbädden består av växtjord. Ett värde på  $1 \text{ m}^3/\text{m}^2$  är inget värt om den totala volymen är  $1 - 2 \text{ m}^3$ . Är totala volymen däremot  $20 \text{ m}^3$  så är värdet betydligt mycket bättre.



**Figur 6, Växtbäddens schematiska utformning, Ett planteringshål med omgivande yta, dess överbyggnad och skelettjord. Bokstäverna hör samman med resultaten i Tabell 4. A, hela växtbäddsyta. B, växtjordens area. C, skelettjordens area.**



### 4.3 Kungsträdgården/Karl XII: s plats

I Kungsträdgården har det satsats stort för att byta ut de gamla lindarna i anläggningen till nya lindar av en smalkronigare sort. Den del som behandlas här är de 63 träd som omger Karl XII: s plats, planterad våren 1997. Figur 7 visar en del av den östra treradiga allén. Utöver den delen finns ytterligare tre etapper (se Bilaga A) med den sista anlagd under 2005 och plantering under våren 2006.

Mängdförteckningen (se Bilaga A) beskriver att anläggningen ska anläggas med skelettjord mellan planteringshål i trädraderna. Träden ska vara av sorten *Tilia cordata* 'Rancho' med ett stamomfång på 30-35 cm. Skelettjordsdelen med mull ska ha en tjocklek av 400 mm, delen utan mull en tjocklek på 350 mm.

Kungsträdgårdens lindar i etapp ett är placerade i stora betonglådor på ca 2,5 x 2,5 m med ett betonglock ovanpå för att hålla bärigheten. Bärigheten är ett krav i Kungsträdgården då där sker tung trafik. Trädgallret är placerat i en fals i betonglocket, vilket gör att öppningen i locket är ungefär av samma storlek som gallret, vidare ska det även finnas luftningshål i locket. Ovanpå locket ligger en fiberduk för att hindra såttsanden att försvinna ned i "lådan". Ovanpå det kommer gatstenen. (Kemmler, pers. medd.)



Figur 7, Kungsträdgårdens östra allé (2005-09-29)

Skelettjord finns mellan träden i radernas längder, men inte i bredd, tjockleken på skelettjorden är ca 500 mm enligt Kemmler (pers.medd.). Skelettjorden var färdigblandad med skärv som skelettmaterial. Skelettjorden tippades ned i växtbädden och vibrerades sedan. De hade en liten lerinblandning i jorden till skelettjorden då det fanns rädsla från gatusidan för tjälskjutning om lerhalten blev för hög. Ett tjockt bärlager finns på ca 500 mm. Träden har haft en droppbevattningsanläggning och den kan ha varit i drift de första fem åren. Näringsbevattning skedde när etapp två planterades (Kemmler, pers. medd.). Etapp två var planterad våren 2004 (Gatu- & Fastighetskontoret, 2004) Enligt hörsägen från annat håll skedde det näringsbevattning antingen under sommaren 2002 eller både 2001 och 2002. Vidare hörsägen som framförts är att träden vattnas med de intilliggande restaurangernas diskvatten.

Tretton av 63 träd har undersökts i anläggningen genom mätning av skott och stamomfång och vitalitetsbedömts. De undersökta träden är valda utifrån att undersöka vart femte träd, med första trädet slumpat, vilket blev träd nummer tre (se karta, Bilaga A). Eftersom träden numrerades i förväg och från sida till sida blev resultatet att de träd som är bedömda och mätta finns jämt spridda i hela beståndet både i kantrader och i mittrad. Tillväxtmätning

gjordes på dessa träd i nedre del av krona och på terminala skott där så var möjligt, annars nåbar gren i givna väderstreck.

Metoden för vitalitetsbedömningen var som tidigare beskrivits att träden skulle klassas till A, B eller C. När jag utförde bedömningen uppkom problemet att klassningen inte var tillräcklig och på grund av det tillkom a som ska betraktas som att trädet nästan tillhör klass B men överväger ändå till att vara ett A, därav lilla a. Bland de träd som bedömdes blev vitalitetsfördelningen enligt Diagram 1.

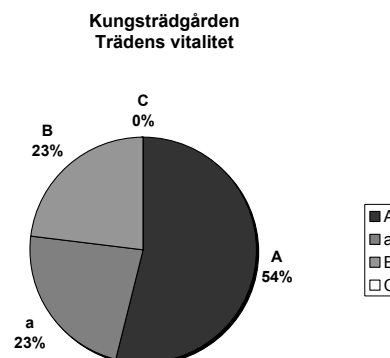


Diagram 1, Vitalitetsfördelning i anläggningen

Vid analysen av värdena visade det sig att de träd som är klassade till a har en medelgod tillväxt under 2004 och 2005 och en hög under 2003, men de har de minsta stamomfången. Träd som är klassade till B har relativt stora stamomfång och låg tillväxt 2005, medel 2004 och hög tillväxt 2003. De A-klassade träden har under 2005 och 2004 medelhög till hög tillväxt och under 2003 en hög tillväxt, stamomfånget för dessa varierar. Sambandet mellan vitalitet, stamomfång och årstillväxt för år 2005 visas i Diagram 2.

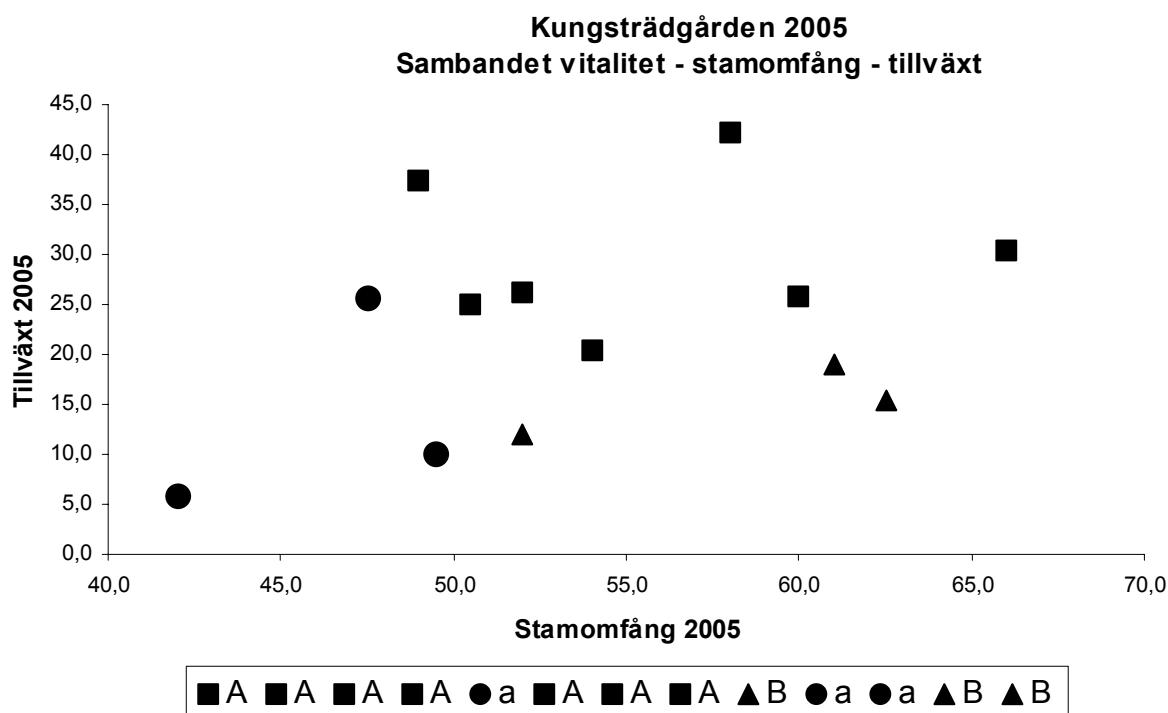
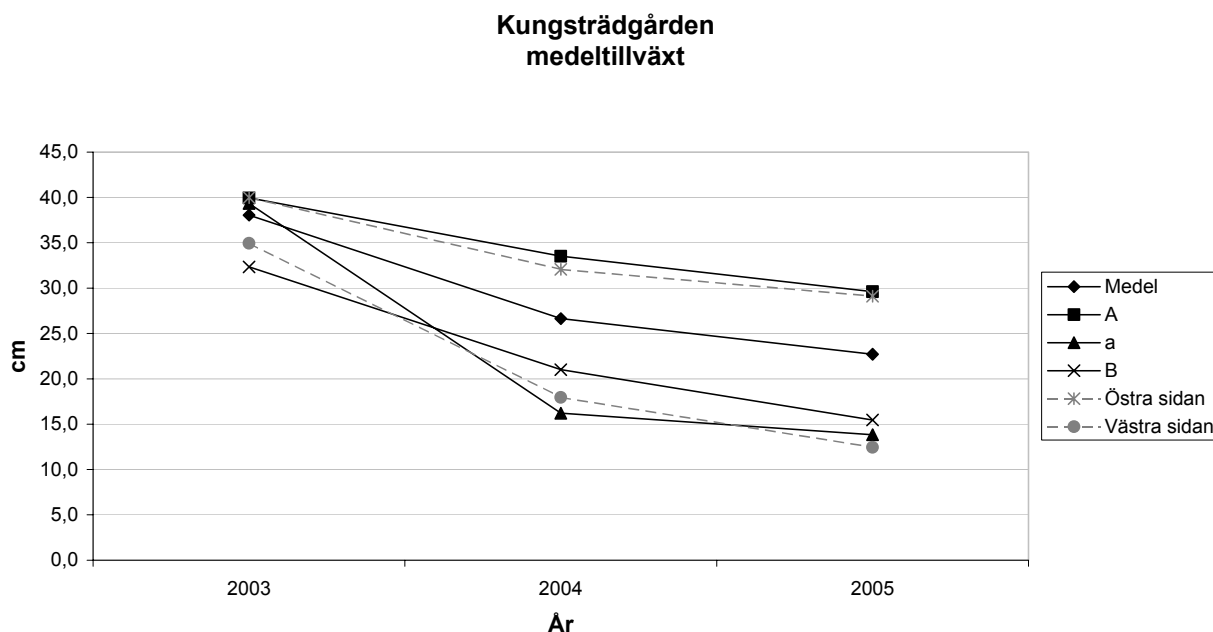


Diagram 2, Samband mellan Vitalitet – Stamomfång och skotttillväxt

Medeltillväxten har för samtliga vitalitetsklasser sjunkit från 2003 till 2005 (se Diagram 3). För träden bedömda till vitalitet A så har de, fastän tillväxten sjunkit fortfarande en hög tillväxt. För träden bedömda till a och B, sjönk tillväxten från en hög till en låg nivå, respektive strax över gränsen mellan låg och medelhög tillväxt. Anläggningen i Kungsträdgården består av två delar, en på var sida om Karl den XII: s plats. Vid analysen

visade det sig att träden på den västra sidan har en lägre vitalitet och de träden har också en lägre skotttillväxt än de träd som står på anläggningens östra sida. Se Diagram 3.



**Diagram 3, Medelvärden av skotttillväxt under tre år, medel för samtliga mätta träd, fördelat per vitalitetsklass och som en jämförelse indelat i anläggningens östra och västra sida om Karl XII: s torg.**

De statistiska testerna visar:

Enligt Friedmans test (statistiskt test) finns det ingen skillnad mellan trädens skotttillväxtmönster över åren, utan hänsyn till vitalitetsklassificering.

Enligt Ensidig ANOVA finns det en signifikant skillnad mellan vitalitetsklasserna under år 2004 och 2005. För år 2003 finns det ingen signifikant skillnad mellan vitalitetsklasserna.

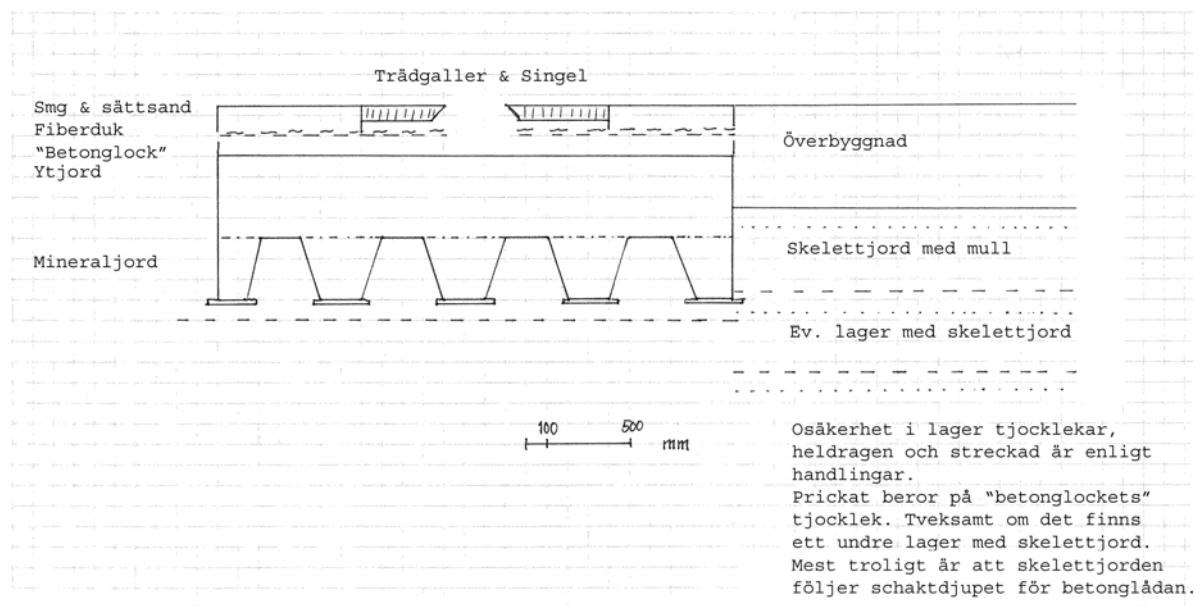
I anläggningen kunde vissa sättningar noteras, de följde i regel kanten av betonglådan eller uppstod mellan betonglådorna där trafik hade kört (se Figur 8). Bilden visar en av de värsta sättningarna och är inte representativ för anläggningen som helhet.



**Figur 8, Sättningar förekommer vid några träd, bilden visar träd 53 (placering se Bilaga A). (2005-09-29)**

Trädens c/c avstånd varierar något, men mest genomgående är 6,25 m. Skelettjordens bredd i anläggningen är 2,5 m. Planteringsutrymmet i betonglådan är 2,5 x 2,5 m.

Om trafikytan intill träden också hade utnyttjats hade det tillfört 18,8 m<sup>2</sup> användningsbar yta per träd. I Figur 9 ges en princip för hur förhållandena i marken kan se ut för träden, källorna är motsägelsefulla och därför kan inte principen nedan betraktas som absolut sanning.



**Figur 9, Ungefärlig princip för träden i Kungsträdgården, baserad på ritningar och mängdbeskrivning, pers.medd och egna iakttagelser.**

I beräkningarna som redovisas i Tabell 7, har det antagits två alternativ för skelettjordens volym. Mängdbeskrivning och ritning anger att skelettjorden ska göras i två lager (se Bilaga A). Eftersom skelettjorden finns djupare än vad handlingarna föreskriver så är det tveksamt om det finns dubbla skelettjordslager.

Enligt uppgift från Embrén (pers. medd.) stod träden stilla länge i början, men att de nu sedan något år har kommit igång och växer kraftigt. Mätningarna visar att träden växte kraftigt 2003 (se Diagram 3). Kan det vara så att träden har stått stilla och när de sedan blev näringsbevattnade fick de lite större energi för att växa? Det ledde till att rötterna också fick fart och kom ut i skelettjorden och att träden nu har uppnått en rot/krona balans som gör att tillväxten avtar? Kan det vara så att träden utöver detta också har ingått i adult stadium och därför tappat i tillväxt?

Om det nu skedde en näringsbevattning 2002 och/eller 2001 kan det vara anledningen till att tillväxten var högre 2003 eller var det en bra höst före invintringen 2002 eller var det vatten-tillgången som var särskilt god det året i skottskjutningstiden? Anledningen till att inte tillväxten för 2002 är mätt, är för att osäkerheten blev för stor om hur långt skottet egentligen hade vuxit och därför fick det året utgå. Om det stämmer att träden skulle ha varit vattnade 2004 finns det ingen riktig förklaring till tillväxtens utveckling, som jag ser det nu. Även om träden har tappat i tillväxt ser de ut att vara i god vitalitet och de har en acceptabelt god tillväxt. En uppbyggnadsbeskränning gjordes i vintras (Embrén, pers. medd.), om den har påverkat tillväxten något är svårt att säga, men genom att utföra beskärning under vinter/vår

tas näring bort från trädet. Beskärningen kan också ha påverkat bedömningen av trädens vitalitet.

Sättningar finns i anläggningen och med överbyggnaden på 50 cm innebär det att ganska mycket har krävts för att det ska bli sättningar efter de packningar som utförs under anläggandet. Därav kan skelettjorden inte vara korrekt blandad med 2/3 skelett och 1/3 jord, utan jorden utgör förmodligen en större andel av skelettjorden. Om det är så innebär det att en del av skelettjorden är kompakterad och inte tillgänglig för trädens rötter.

Betonglådan är betydligt större än brukligt. Trots att den är relativt tät med sättsand och gatsten ovanpå locket och ett trädgaller fyllt med singel verkar det ha varit ett lyckat alternativ i denna anläggning. Men det går inte att säga att träden mår bra på grund av den stora betonglådan eller skelettjorden, det kan ju var så att de har kommit vidare till en gynnsammare miljö utanför både betonglåda och skelettjord. Enligt Diagram 2 så syns det att stamomfången skiljer sig stort, intervallet för de tretton undersökta träden ligger mellan 42 – 67 cm alltså ett spann på 25 cm till skillnad från när de planterades då de skulle vara i storlek so 20 – 25 cm. Anledningen till att träden skiljer sig åt i stamomfånget kan vara en varierad vattentillgång mellan träden. Stamomfångstillväxt är beroende av en jämn vattentillgång under hela växtsäsongen (Kozlowski, 1985; Raven et al., 1999).

Träden bör följas upp under kommande år för att se hur utvecklingen fortsätter.



## 4.4 Tegelviksgatan

Tegelviksgatan omfattar 56 trädplanterade mellan 1997 och 2001. Enligt Hedenström (pers.medd.) har alla träden planterats med skelettjord. Det som skiljer dem åt är skelettmaterialet, både leca och skärv har förekommit samt att det har varit olika entreprenörer för byggetapperna.

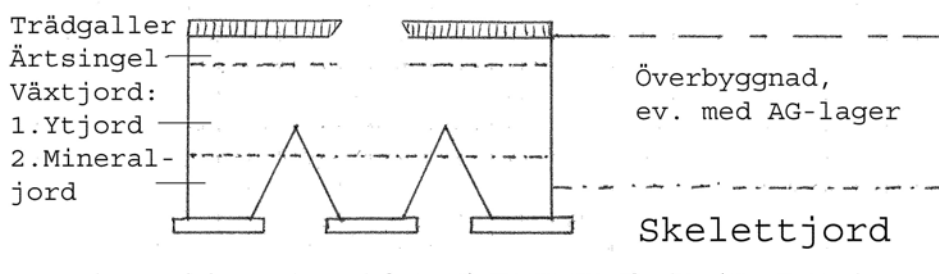
Byggetappernas gränser, inblandade entreprenörer och skelettmaterial framgår av Bilaga B. Den första etappen, Tegelviksgatans södra del anlades 1997. I denna och nästa deletapp, Tegelviksgatan mellan Tengdahlgatan och Nackagatan, som anlades 1998 var skelettmaterialet av leca. De resterande två etapperna (Nackagatan till trappan från Mandelparken och trappan från Mandelparken till Alsnögatan) anlades under 2000 och 2001 med skärv som skelettmaterial. Figur 10 visar träden i gatans norra del närmast Alsnögatan.



Figur 10, Tegelviksgatan vy från norr (2005-09-29)

De delar av handlingar som har funnits för gatan och berör träden är begränsande i informationen av helheten. Mängdbeskrivningar som erhållits (Hedenström, pers.medd.) berör de tre sista etapperna. Av delarna ur de tre mängdbeskrivningarna (se Bilaga B) kan ingen skillnad mellan hur skelettjordarna skulle utföras tydas. Skelettjorden är föreskriven med 1/3 finkornigt material med välhumifierad mull och till det 2/3 skelettmaterial av krossade lecablock i fraktion 65 – 120 mm.

I planteringshålet finns både mineraljord och ytjord samt dräneringsrör Ø 100 mm, täckt med singel i fraktion 4 – 8 mm och därtill trädgaller (Figur 11, samt Figur 1 i Bilaga B).



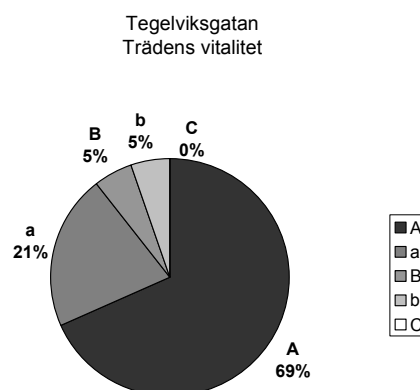
Figur 11, Principsektion för hur det kan se ut kring träden på Tegelviksgatan.

Träden ska enligt mängdbeskrivningarna vara av sorten *Tilia cordata* 'Rancho'. De två första beskrivningarna föreskriver so 20 – 25 den sista beskrivningen so 25 – 30.

Vår- och sommargödsling samt vattning vid behov ska enligt mängdbeskrivningarna ha utförts under den tvååriga garantitiden.

Urvalet av undersökningsträd i denna anläggning valdes till vart tredje träd. Startträdet valdes genom att slumpa det och slumpen föll på nr 1 (se karta, Bilaga B). Bedömningar och mätningar påbörjades på gatans sida med jämna husnummer för att sedan vid gatans slut fortsätta på den ojämna husnummersidan. Träden var numrerade i förväg.

Träden på Tegelviksgatan har en tillväxt som har gjort att medeltillväxten för samtliga träd (oberoende av planteringsår) under 2005 uppgår till drygt 30 cm. Diagram 5 visar trädens medeltillväxt för samtliga träd och indelat på anläggningsår. Träden som är undersökta och planterade 1997 har en stagnering och en nedgång i tillväxten, det är också de träden som enligt vitalitetsbedömningen har haft mest blomning/fruktsättning. Träden som är planterade 1998, 2000 och 2001 har likvärdiga tillväxtmönster, med en ökning från låg till hög tillväxt under de tre senaste åren. För anläggningen som helhet uppfattas vitaliteten som i huvudsak god, se Diagram 4. Trädens stamomfång anges i



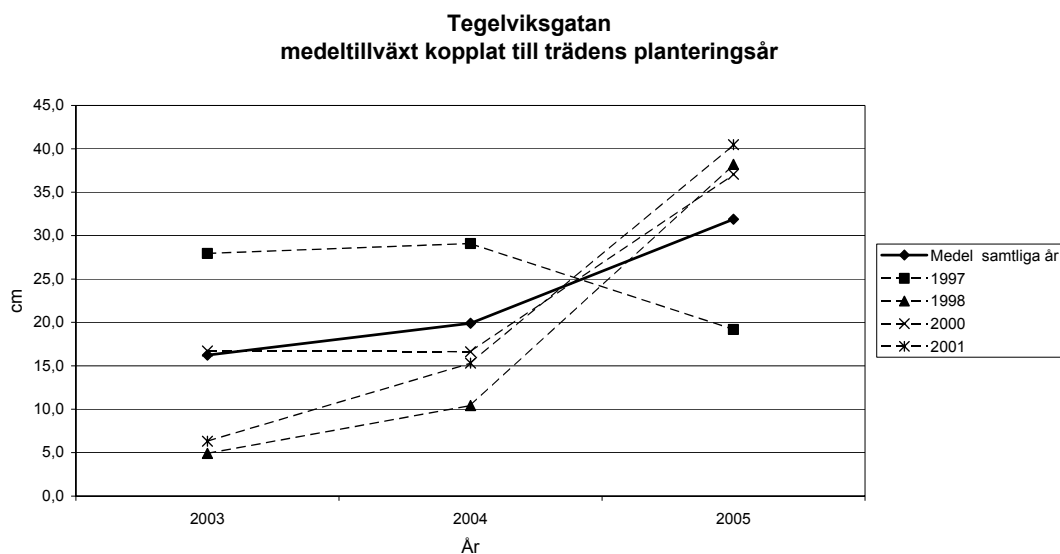
**Diagram 4, Vitalitetsfördelning i anläggningen**

Tabell 5. Observera problematiken med olika sorter i anläggningen, de kan eventuellt påverka värdena.

**Tabell 5, Resultat av mätta stamomfång (cm) i intervall och medel per anläggningsår, i jämförelse med föreskrivna so för plantering**

Anläggningsår	So enl. handlingar	Intervall 2005	Medelvärden 2005
1997	20 – 25	33 – 37	35,2
1998	20 – 25	32,5 – 34 (två värden)	32,5 & 34 (två värden)
2000	20 – 25	31,5 – 37	34,3
2001	25 – 30	34 – 36	34,7





**Diagram 5, Medelvärden av skotttillväxt under tre år, för samtliga träd och indelat per anläggningsetapp.**

Sättningar i beläggningsintill betonglådan av mindre karaktär förekom vid något träd (se Figur 12). Bilden är inte representativ för hela anläggningen.

Träden är planterade med c/c 14,5 m.

Skelettjordens bredd är 2,8 m.

Planteringshålet i betong är 1,4 x 1,4 m. (se Figur 11)

Tegelviksgatan ger ett blandat intryck. För det första ser träden med lövverket kvar, gröna och vitala ut. Tittar man på dem efter bladfallet börjar man se tydliga karaktärsskillnader i kronarkitekturen. Mängdbeskrivningarna har angivit att lindarna är av sorten 'Rancho' vilket flera av dem säkert också är, men det finns ytterligare två till tre karaktärer och därmed sorter i anläggningen.

Genom att det finns flera sorter gör det också att bedömningar och mätningar kan påverkas av sortens fysiologiska egenskaper. Därmed beror skillnader mellan träden inte enbart på olika förhållanden i marken som hade varit

önskvärt i denna studie. En sort kan ha större tendens att sätta frukt tidigare än en annan sort. Genom att fruktsättning sker är det också rimligt att anta att tillväxten minskar.



**Figur 12, Sättning av yta intill betonglådan, träd nr 34 (2005-09-29)**

Vid vitalitetsbedömningarna förutsattes att träden var av samma sort och planterade vid samma tillfälle. Skillnaden i planteringstiden framkom snart. Vid återkomsten för tillväxtmätning kunde misstankarna om skillnader på grund av arter/sorter mer säkerställas. Detta gör att ett träd med hög andel fruktsättning bedömdes som stressade träd och därmed mindre vitala vid vitalitetsbedömningen.

Stadsdelsförvaltningen Katarina Sofia har skött träden genom ogräsrensning och uppstamning, någon bevattning och/eller näringsbevattning har inte utförts efter att garanti-skötseln upphört. (Bohman, pers.medd.)

Träden i anläggningens norra del mot Alsnögatan var, enligt Bohmans och Embréns (pers.medd.) oberoende minnen, av dålig kvalitet vid leveransen på grund av felaktig kronuppbyggnad. Det verkar dock inte ha påverkat trädens förmåga att skjuta skott.

Sättningen i marken är nästintill obetydlig om man ser till hela anläggningen, några enstaka sättningar har skett intill betonglådornas kanter. Det är givetvis inte bra att de sättningarna har skett men kan kanske tolkas som att intill betonglådan är det problematiskt att få full bärighet på skelettjorden. Sett till hur ytorna ser ut har både leca och skärv fungerat väl som skelettmaterial med blandning av jorden före utläggning.

Hur anläggningen kommer att utvecklas på sikt är svårt att förutse då trädaterialet inte är identiskt vilket kan leda till olika stora träd utmed gatan. Vissa träd kan säkert också komma att kräva beskärningsinsatser p.g.a. att de är nära husen och inte av den smalkroniga sorten 'Rancho' som föreskrivits.

## 4. 5 St: Eriks området/Grubbensringen

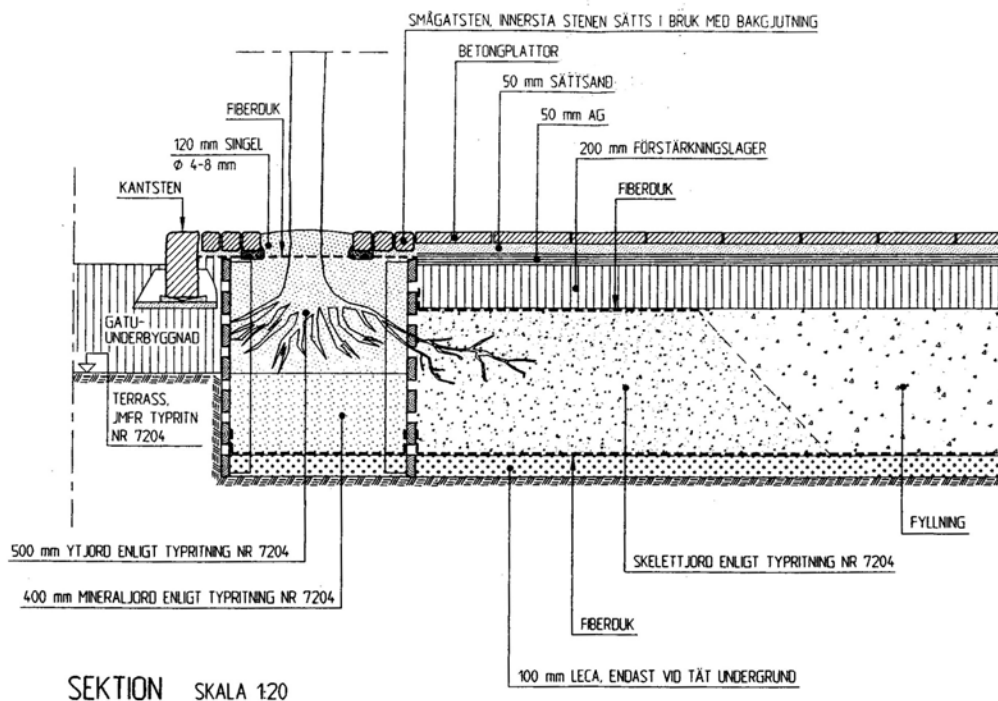
Denna plantering finns på Kungsholmen i Stockholm och byggnaderna i detta område utgörs idag av bostadsrätter men har tidigare rymt ett mentalsjukhus. Planteringarna följer gatan som är enkelriktad runt bebyggelsen. Det finns tre in- och utfarter till Grubbensringen. Planteringen på gatans vänstra sida består av lindar. Planteringen på gatans högra sida består av körsbärsträd. Planteringarna är utförda vintern 1998-99. (Se Figur 13) För mängdbeskrivningar se Bilaga C.



Figur 13, Lindar och Körsbärsträd på St: Eriks områdets Grubbensring (2005-10-14)

### 4.5.1 Lindar - *Tilia cordata* 'Rancho'

Lindarna (*Tilia cordata* 'Rancho') är planterade i trälådor med måtten 900x900x1000 mm (se Figur 15). Från trälådan och in under trottoaren finns det enligt bygghandlingar skelettjord med tjocklek av 700 mm och maxbredd i botten av 2000 mm, och i övre del bredd av ca 1400 mm. Överbyggnadens tjocklek ovanför skelettjorden är ca 350 mm. (Se Figur 14)



Figur 14, Sektion för växtbäddar, Lindar (ej skalenlig) (ritning 45.34.420) Observera den djupa plantering sektionen anvisar.

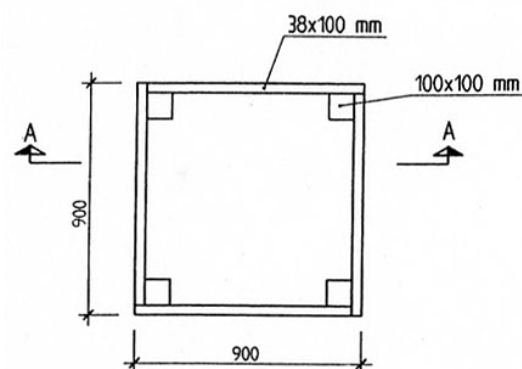
Enlig Kemmler (pers. medd.) var trädens rotklumpar lika stora eller större än trälådan, vilket gjorde att träden trycktes ned i planteringshålet. Trälådorna som användes har visat sig vara återanvändningsbara vid uppgrävningar i andra delar av stan eftersom de inte har ruttnat. Kemmler vill minnas att springorna i lådorna var ca 2 cm. Ritning (se Figur 15) anger 5 cm.

Träden i området var kontraktsodlade i Tyskland.

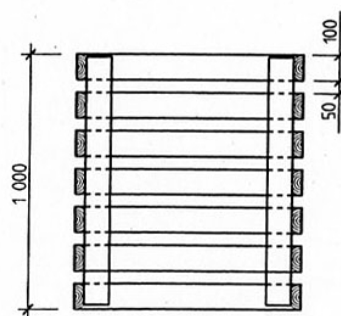
I den del av anläggningen som jag valde att utföra mina studier på finns 43 lindar. Ur dessa slumpade jag fram tio stycken för bedömning. Dessa lindar vitalitetsbedömdes och tillväxtnäddes på terminala skott i kronans mellersta del. Även stamomkrets mättes. Ett av träden som valdes för undersökning har fått utgå vid sammanställningen av tillväxtvärden. Detta då jag vid bedömning och mätning kunde konstatera att trädet var planterat senare än övriga i anläggningen.

De undersökta träden uppvisar en blandad tillväxt och vitalitet. Träden som har blivit bedömda till vitalitet B, har en tillväxt som befinner sig under 5 cm samtliga år (se Diagram 7). Träd bedömda till vitalitet A har en högre tillväxt än B träd men spridningen inom den klassen är stor. De träd som klassats som a har en låg tillväxt men det finns för få i den gruppen för att kunna klassa dem till ett givet utseende. Träden i anläggningen har till hälften en medelmåttig vitalitet, se Diagram 6.

Medeltillväxten för träden har i stort sett varit densamma under de fyra år som skotttillväxten mätts på. B-träden har både låg tillväxt och ett litet stamomfång. A-träden har en högre tillväxt och något högre till de högsta stamomfången. Kopplingen stamomfång, tillväxt och vitalitet visas i Diagram 8. Vid mätningen var stamomfångsintervallet mellan 27 och 35 cm efter sex växtsäsonger att jämföra med den föreskrivna storleken på so 20 – 25 cm vid planteringen.



**PLAN** SKALA 1:20



**SEKTION A-A**

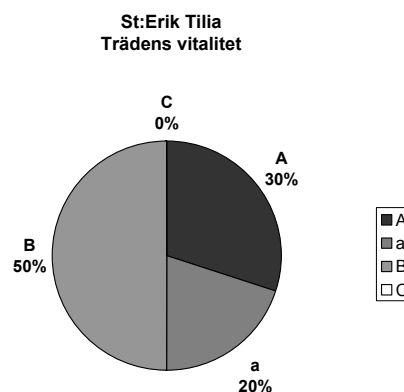
SKALA 1:20

#### ANMÄRKNING

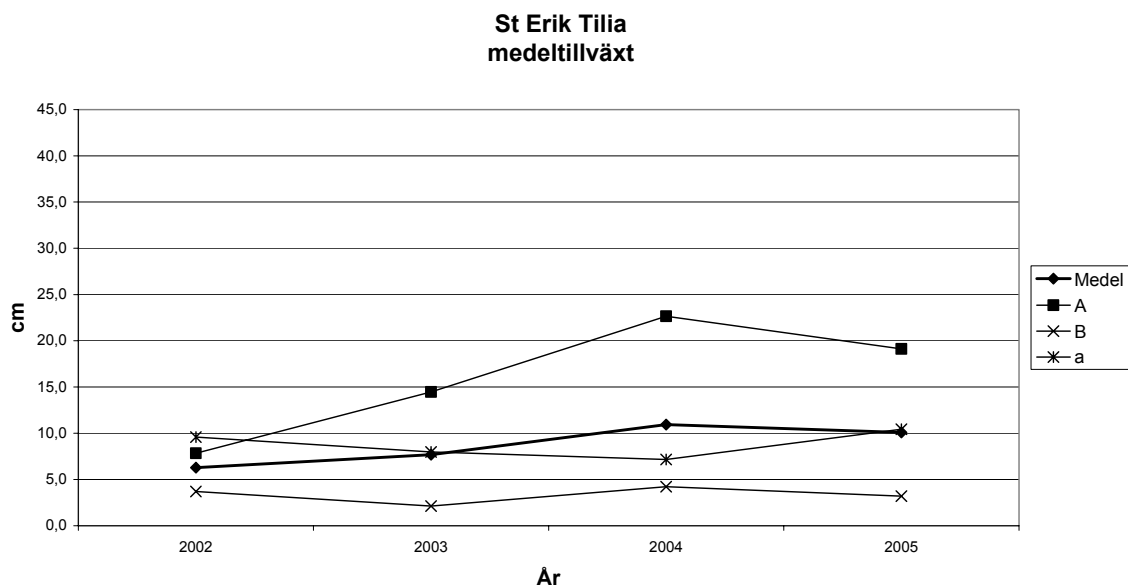
Virket skall vara ohyvlat och träskyddsbehandlat enligt kemikalieinspektionens regler från 1992.

#### TRÄDPLANTERINGSLÅDA

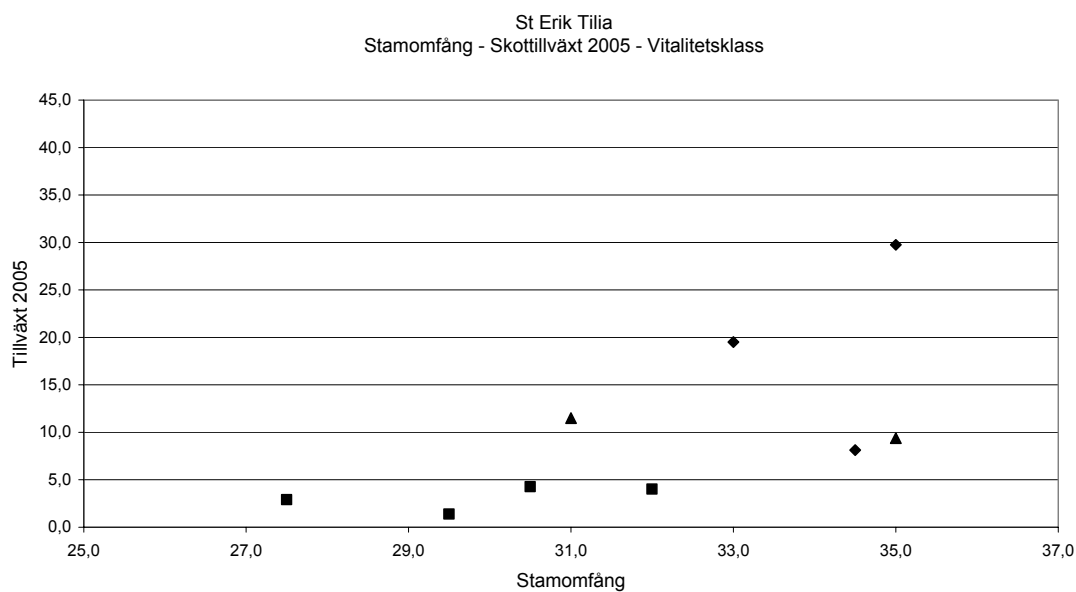
**Figur 15, Planteringslåda till Lindar av impregnerat trä (ej skalenlig) (ritning 45.34.420)**



**Diagram 6, Vitalitetsfördelning i anläggningen**



**Diagram 7, Medel av skotttillväxt under fyra år**



**Diagram 8, Trädens spridning utifrån stamomfång, skotttillväxt och vitalitet för år 2005**

Medeltillväxten för träden har i stort sett varit densamma under de fyra år som skotttillväxten mätts på.

Några mindre sättningar har noterats intill träden i anläggningen (se Figur 16). Träden har lite olika c/c avstånd men mest genomgående är 7,5 m. Skelettjordens bredd är 2,5 m. Planteringshålet med träram är 0,9 x 0,9 m.

Lindarna i Grubbensringen är fortfarande efter ca sex växtsäsonger relativt små. Bland de undersökta träden finns de som har runt en till två centimeter i tillväxt. Är det en godtagbar tillväxt på så unga träd? Knappast eftersom det inte borgar för en tillväxt som gör att trädet kan bli stort och gammalt.

Varför har det blivit så att träden som har tryckts ned i sina trälådor och fått skelettjord runt omkring inte växer?



**Figur 16, Sättning i beläggningen vid träd 38 (placering se Bilaga C). (2005-09-29)**

1. Träden är nedtryckta i sina trälådor – de har alltså inte fått någon större andel fri växtjord att börja växa i.
2. Trälådorna ska enligt handlingar ha öppningar på fem centimeter – är det så, eller har det blivit mindre springor? Trädet borde oavsett ha förmåga att skicka ut rötter mellan öppningarna om de finns. Vid intervju med Kemmler (pers.medd.) nämnde hon öppningar på två centimeter för dessa träd. Embrén (pers.medd.) berättade att vid upptag av andra trälådor fann man att springorna hade varit så små att när trälådorna sattes ned i den fuktiga jorden, svällde träet och springorna försvann. Kan det vara så det har gått till även i denna anläggning?
3. Om trälådorna fungerar som de ska, borde trädrötterna komma ut i skelettjorden och växa. Därför återstår skelettjorden, är den anlagd på ett tillfredställande sätt eller har det blivit en kompakterad morän av den? I så fall har inte rötterna någon möjlighet att ta sig fram.
4. Träden verkar vara djupt planterade och på vissa ställen kan man se att sättningar har skett intill trädet – är detta ett tecken på att träden har planterats i ”luften” och inte haft en korrekt kontakt med underlaget. Detta skulle vara möjligt om anläggarna har fått trycka ned träden i trälådorna. I så fall kan den låga vitaliteten och dåliga tillväxten bero på detta.

Flera av träden i denna anläggning kommer att få ett relativt kort liv. Övriga träd kommer att få ett något längre liv men knappast något av träden kommer att uppnå någon hög ålder om det inte sker någon förändring snart.

Slutligen kan sägas att fåtalet träd i anläggningen har en godtagbar tillväxt. Det kan bero på ett flertal faktorer, troligen några av de som nämnts här. För att utreda detta vidare krävs provgrävning för att se var problemen finns. Träden som finns bör kunna överleva och få ett långt liv om det vidtas åtgärder inom en snar framtid.

Kemmler och Embrén (pers.medd.) har noterat stor skillnad mellan Stockholm stads träd i området och en fastighetsägares lika gamla träd precis intill. Fastighetsägarens lindar ser betydligt friskare och större ut enligt dem. Vid mitt besök den 14 oktober 2005, kunde jag konstatera detsamma.



#### 4.5.2 Körsbärsträden *Prunus sp.*

Träden är planterade två och två i trälådor (se Figur 13, 17 och 18) med skelettjord runt trälådorna. Lådornas bredd är 1000 mm och ovanpå dem ligger det ett armeringsnät med bredd 1400 mm. Träden är troligen av sorten *Prunus avium* 'Plena', det finns inget i handlingarna som anger art och sort.

I denna anläggning valde jag att slumpa fram åtta träd för bedömning. Dessa körsbärsträd vitalitetsbedömdes samt tillväxtnäddes på i huvudsak terminala skott i kronans nedre och mellersta tredjedelar, beroende på vad som var praktiskt möjligt att nå. Även stamomkrets mättes.

Av de åtta undersökta körsbärsträden bedömdes hälften till god vitalitet och hälften till medelgod vitalitet (se Diagram 9).

Vad det gäller tillväxten så uppenbarades det vid undersökningstillfället att om grenen har producerat blommor så har också tillväxten blivit mindre. Men denna minskning är inte ett tecken på dålig vitalitet i detta fall utan visar på att partier i trädet har nått ett adult stadium. Grenar som inte haft någon blomning har fortfarande god tillväxt. Anledningen till den minskade tillväxten under 2003 och 2004 kan bero på en ökad blomning (se Diagram 10). Trädens stamomfång mättes och de finns i intervallet 34 – 49 cm med ett medelvärde på 43,2 cm, det finns inget i handlingarna som anger vilken storlek som träden skulle ha vid plantering.

Mellan träden har det skett sättningar i gatstensbeläggningen över växtjordsytan (se Figur 17), likt en lätt försänkning.



Figur 17, Beläggning med lite sättning vid Körsbärsträden. (2005-09-29)

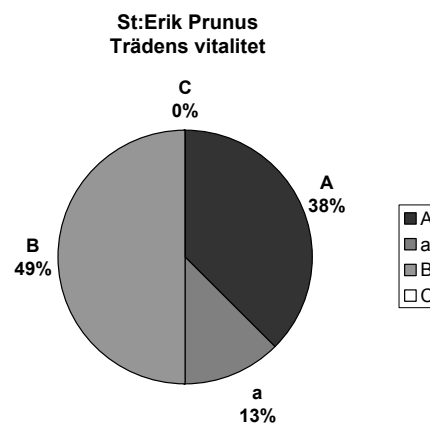
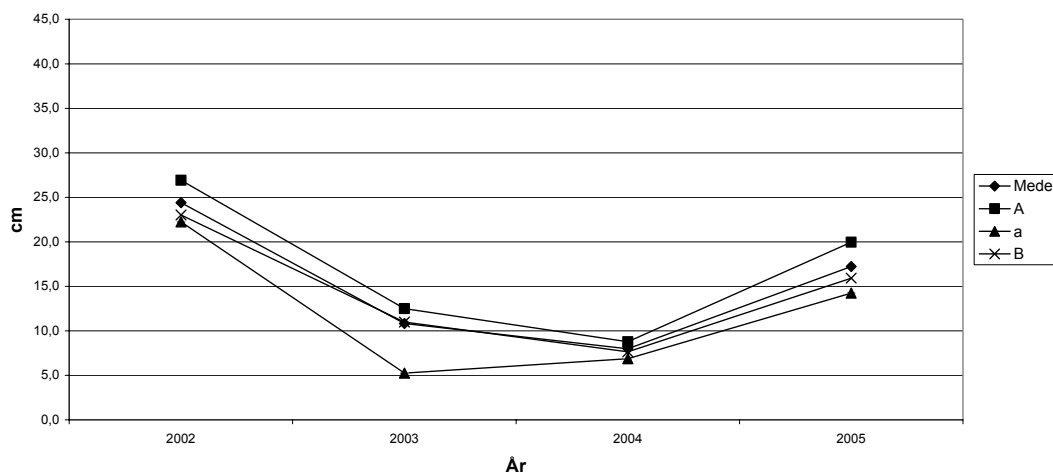


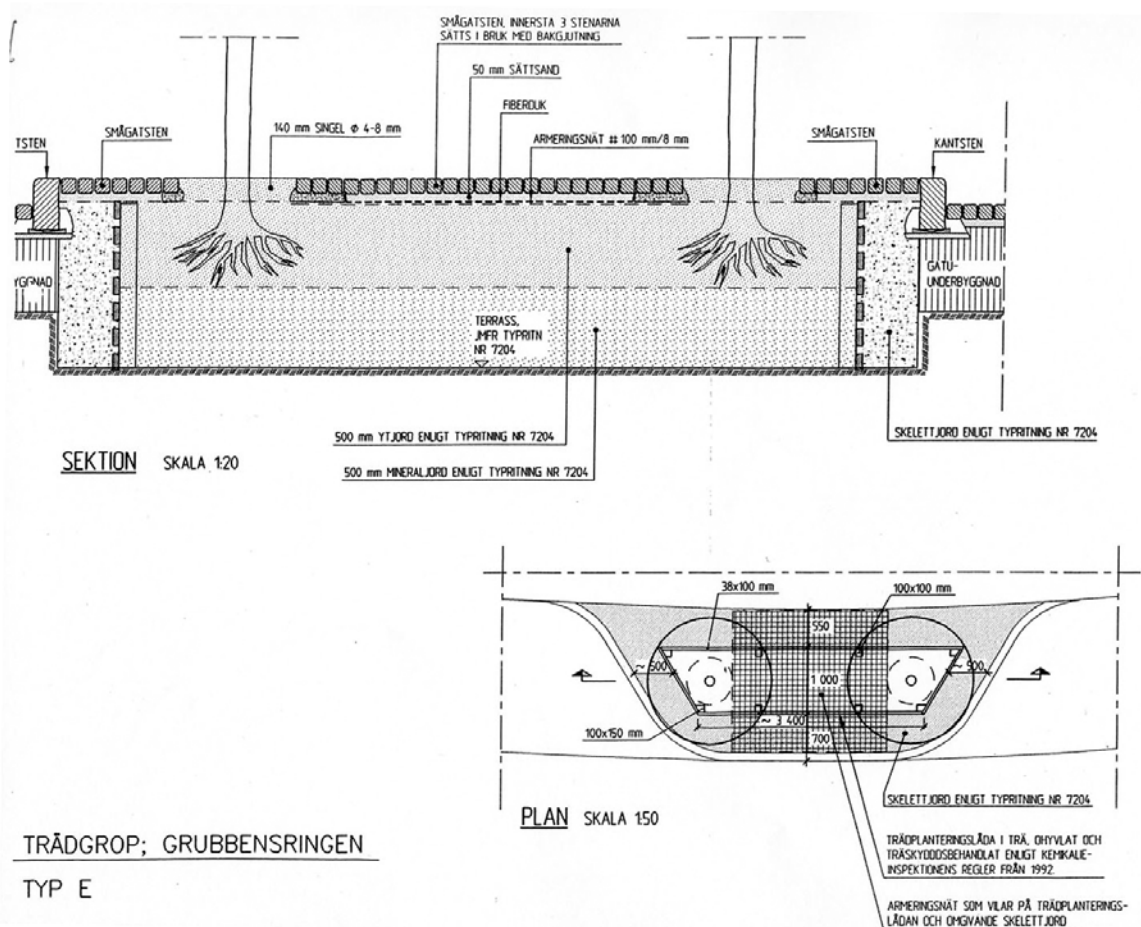
Diagram 9, Vitalitetsfördelning i anläggningen

### St Erik Prunus medeltillväxt



**Diagram 10, Medelvärden av skotttillväxt under fyra år, fördelat på samtliga träd och per bedömd vitalitetsklass**

Schaktdjupet är 1,1 m enligt principsektioner (se Figur 18). Beräkningarna tar i detta fall ingen hänsyn till att ytan är satt med smågatsten. Intill träden finns parkeringsytor, om skelettjord hade anlagts under dem kunde volymen tillgänglig jord för träden ha utökats.



**Figur 18, Sektion och Plan för plantering av körsbärsträden (ej skalenlig), (ritning 45.34.420), Observera den djupa plantering sektionen anvisar.**



Träden är planterade två och två vilket gör att uträkningen (se Tabell 7) görs per två träd. Skelettjordens bredd är varierande på 0,5, 0,55, 0,7 m runt planteringshålets träram. Planteringshålet med träram är 4,0 x 1,0 x 1,0 m

Körsbärsträden har planterats i en större trälåda och ovanpå den har ett armeringsnät lagts för att bära upp gatstenssättningen. Vid mina besök har jag noterat att det vid flera av träden har skett sättningar mellan träden. Antingen har det aldrig lagts dit något armeringsjärn eller så har det gett vika för belastningen. Skelettjordens volym är 7,3 m<sup>3</sup> vilket ger en jordvolym på ca 2,4 m<sup>3</sup>. Man kan tycka att idén med att lägga så lite skelettjord runt trälådan kan vara lönlöst. Men med tanken att skelettjorden både ger träden lite mer att leva i och att det håller upp och emot ytorna som finns omkring bättre än vad växtjorden gör så är det ändå en bra lösning. Idén med ett armeringsnät ovanför en växtjord är en spännande lösning när det krävs att ytan ska vara belagd av något. I denna anläggning skulle det ha varit möjligt med en något öppen yta runt träden men troligen inte helt och hållet eftersom in- och utpassage till fastigheterna sker på denna yta.

Kemmler och Embrén säger sig vara nöjda med körsbärsträdens utveckling. Spännande att följa är anläggningens hållbarhet eftersom träden snart bör ha nått gränsen för utveckling i marken.

#### ***4.5.3 Avslutande diskussion St: Eriks området/Grubbensringen***

För både körsbärsträden och lindarna visar sektionsritningarna på en mycket djup plantering. Träden i området är djupt planterade men om de är lika djupt som handlingarna visar är ovisst. Djup plantering innebär försämrade förhållanden för träden.



## 4.6 Erik Dahlbergsallén

Denna anläggning är planterad våren 2004 med fylldblommiga hästkastanjer, *Aesculus hippocastanum* 'Baumannii' med stamomfång 35 – 40 cm (ritning 47 02 513). Mängdbeskrivning och del av ritning finns i Bilaga D. Träden har större öppen yta med undervegetation av flocknävor och flera olika lök- och knölväxter (se Figur 19 och 20). Utanför denna yta, under beläggningen av plattor finns skelettjord. Till skelettjorden är dagvatten/luftningsbrunnar kopplade, till vilka både dagvatten från gångytan och takytor kommer (se Figur 19 och 20).

Träden vitalitetsbedömdes med en slumpning av vilka träd som skulle bedömas. Fyra träd av de nyplanterade tolv träden bedömdes samtliga till vitalitet A. I var ände av gatan står ett äldre hästkastanjträd, det södra av dessa två gjordes det också en vitalitetsbedömning på, den resulterade i a. På några av träden noterades ett grått skimmer/skikt på bladen.

Vid besök i november konstaterades att några av träden hade rester av blomställningar kvar, vilket alltså innebär att de gått in i adult fas. Fruktsättningen var minimal eftersom sorten klassas som steril. Sorten är fylldblommig och får en sluthöjd på ca 12 – 15 m. (Bengtsson, 2000)

Den totala överbyggnaden är ca 710 mm för både smågatstensyta och plattyta vilket ger skelettjorden en tjocklek av 300 mm. Skelettjorden är lagd i helhet och finns under planteringsytan i samma tjocklek som under plattytan. Totala överbyggnaden för planteringsytan är 810 mm. (Ekbom, pers.medd.) Se Figurerna 21, 22 och 23 för information om uppbyggnaden av växtbäddarna.

Växtbäddarna har två olika utformningar, hälften av träden har en öppen yta på 3,2 m<sup>2</sup> (alt 1) och hälften öppen yta på 1,4 m<sup>2</sup> (alt 2). Avstånden (c/c) mellan träden är mellan 6,8 m och 7,6 m. Ett ungefärligt c/c avstånd mellan träden är 7,0 m. Skelettjordens bredd är 3,5 m (Ekbom, pers.medd.). Detta har använts som förutsättningar för beräkningarna i Tabell 7. Båda alternativen ger ett lika stort utnyttjande av given yta men skiljer sig åt i proportionerna mellan växtjord och skelettjord.

De öppna ytorna är av olika storlek, på längre sikt skulle det kunna påverka anläggningens helhetsutseende då det innebär olika förutsättningar för trädens utveckling.



**Figur 19, Fylldblommiga hästkastanjer på Erik Dahlbergs Allé i sällskap med Björn Embrén och Eva-Lou Gustafsson. (2005-09-09)**

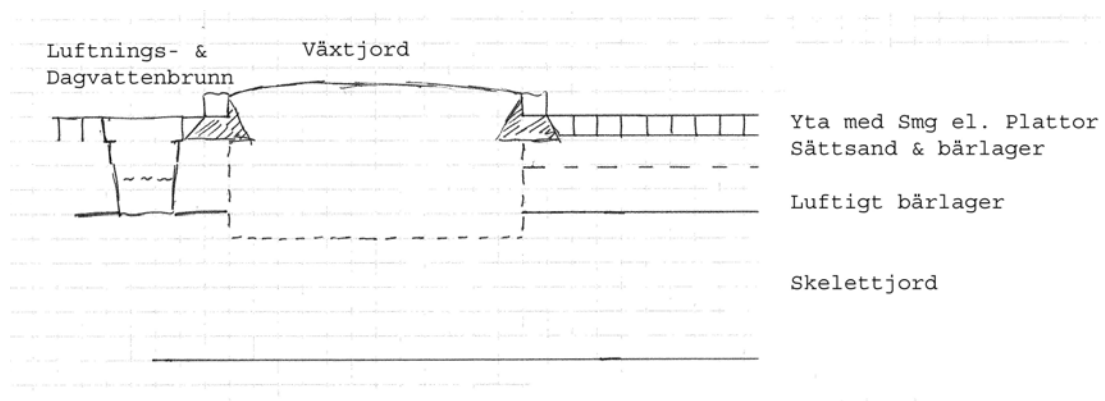
Vid besök noterades att dagvattenrännorna (skålade plattor av modell Stockholmsplattan, Embrén, pers. medd.) var tonade i en grönblå färg vilken kunde härledas till stuprören av koppar. Hur denna koppar kan påverka träden på längre sikt är ovisst.

Det grå skimret/skiktet på bladen skulle kanske kunna vara någon typ av mjöldaggsangrepp. Ett annat alternativ är att det var stoft ifrån omgivande miljö som stannat kvar på bladen. Bedömningarna gjordes i slutet av september och perioden var torr och solig med lite nederbörd som eventuellt skulle ha kunnat tvättat bort det gråa.

Sett till helheten verkar anläggningen mycket lyckad med öppna upphöjda växtytor kombinerat med dagvattentillförsel i skelettjorden. Tillförseln av dagvattnet har förmodligen inte påverkat träden i någon större omfattning ännu, möjligen genom att öka fuktigheten i växtbädden. Att tillföra dagvatten på detta sätt bör inte vara ett problem förutsatt att terrassen är genomsläpplig och inte gör att vattnet blir stillastående i växtbädden eftersom det leder till syrebrist för rötterna. Valet av hästkastanj är gjort utifrån att det var det som byttes ut. Fördelen med detta val är att hästkastanjen som art är tålig för kortare översvämningar (Bruns, 2004) och därmed kortare syrefria perioder. Hur denna sort klarar detta i samma omfattning som arten är ovisst.



Figur 20, Planteringsyta med dagvatten- och luftningsbrunn. (2005-09-29)



Figur 21, Princip för hur växtbädden kan se ut på Erik Dahlbergs allé





Figur 22, Bild från anläggandet av växtbäddar på Erik Dahlbergs allé. Överst syns skärven som används till skelettjorden, till höger syns dagvatten- & luftningsbrunnen, till vilken en "luftningsledning" kopplats som även fungerar som ett bräddavlopp. Runt planteringshålet och i nivå med "luftningsledningen" syns makadamen till det luftiga bärlagret som Stockholms stad föreskriver (se kap. 8 & 9) (Original: Embrén, 2003; Redigering: Pettersson, 2006)



Figur 23, Den vänstra bilden visar planteringsytan med kantsten, dagvattenbrunn och ledning i blivande luftningslager. Den högra bilden visar planteringsytan strax före plantering. (Ekbom, 2004)



## 4.7 Erstagatan

Vid Erstagatan 22 – 26 finns det en trädrad med sju Robinior (*Robinia pseudoacacia*) planterade (se Figur 24). Planteringen är enligt Löfgren (pers. medd.) utförd i slutet av november 2003.

Träden är planterade i relativt stora öppna ytor på ca 6,8 m<sup>2</sup> (Ritning TRADGR.4). Ytan är täckt med en blandning av samkross och makadam (hälften av varje). Trädens placering och föreskrift se Bilaga E.

Två av de sju träden har vitalitetsbedömts och båda fick A och kan anses representera samtliga träd då hela anläggningen gav ett enhetligt intryck.

Varje träd har tillgång till en total växtbäddslängd på 16,2 m enligt ritningen TRADGR.4 och den antyder att det ska vara en bädd för varje träd. Enligt foto (Figur 25) syns det att det finns ca 15 plattor mellan de öppna ytorna och plattorna är 350x350 mm vilket gör att ytorna mellan de öppna ytorna är 5,25 m istället för 6,5 enligt ritningen. Uppbyggnaden av växtbädden ska vara enligt Figur 26.

Vid ett extra besök konstaterades att en tillväxtmätning skulle vara mycket svår att utföra på dessa träd då jag och Anna Levinsson kunde konstatera att praktiskt taget samtliga terminala skott hade dött tillbaka varje år och att en lägre sittande knopp hade fått bilda ett nytt terminalt skott. Årstillväxten är stor men att mäta den flera år tillbaka är mer eller mindre osäkert, beroende på att del av toppen verkar dö tillbaka. Om det beror på artens genetiska egenskaper eller något annat är ovisst. Någon säkerställd odlingszon verkar inte finnas för robinian och då skulle toppskottets tillbakagång eventuellt bero på frostskada. Den visuella vitaliteten för träden var ändå god.

Robinior har en tendens till att skjuta rotskott och förstöra beläggningar. På Erstagatan kunde det inte konstateras att så skett, men anläggningen har bara haft två växtsäsonger på sig och den öppna ytan runt träden är, för att vara i stadsmiljö, relativt stor.

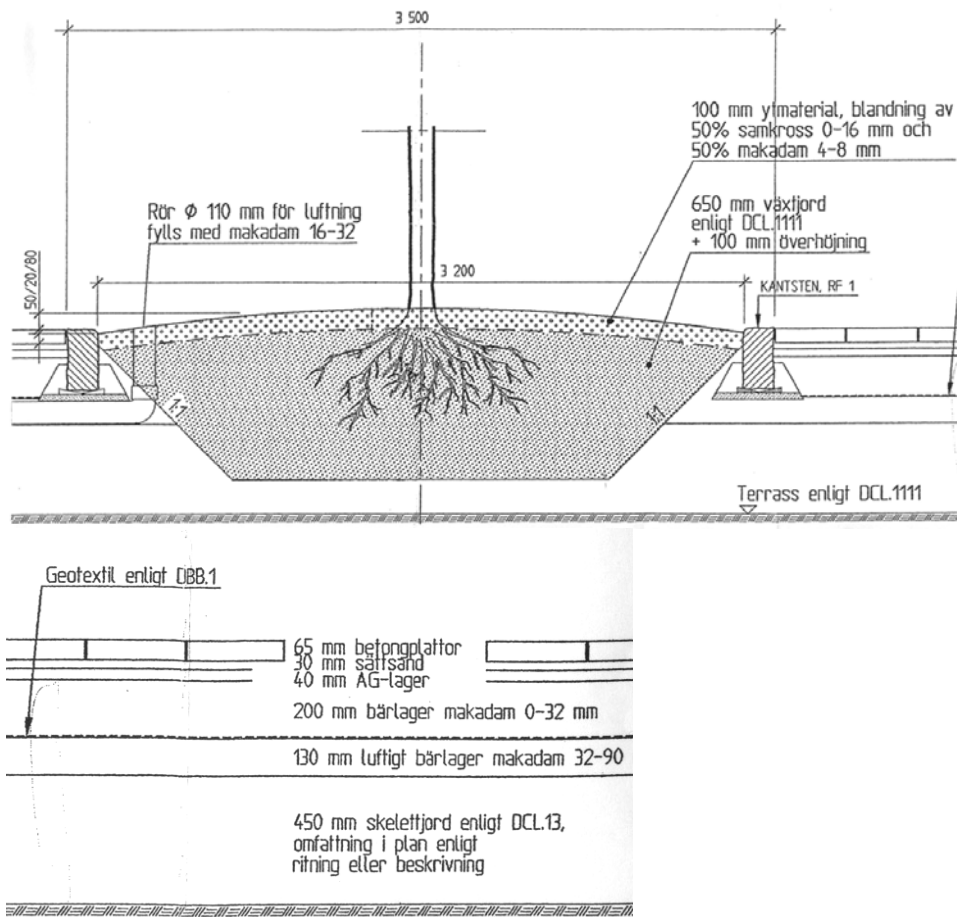


Figur 24, Robinior utmed Erstagatan (2005-09-29)



Figur 25, Öppen planteringsyta med grus och plattyta omger träden. (2005-09-29)

Behovet av att näringsbevattna dessa träd bör kunna vara något lägre då robinian tillhör baljväxterna och därmed är en kvävefixerare. Bevattning med dagvatten sker genom ”passivt system” (Embrén, pers.medd.) vilket innebär att dagvattnet rinner ned i växtbädden från trottoarytan utan några särskilda brunnar eller andra anordningar.



Figur 26, Principsektion & överbyggnad för Erstagatan (ritning TRADGR.4)



## 4.8 Brantingstorg, Uppsala

Detta torg omfattades av en vitaliserings-åtgärd på befintliga lindar 2001 samt en nyplantering av fyra lindar mot torgets östra sida (se Figur 27). Det är dessa fyra lindar som har undersökts. Se Bilaga F.

Örjan Stål deltog i anläggandet och projekteringen, vid det tillfället som anställd på Veg Tech AB. Enligt Stål består terrassen av en lerbotten som är avstrykt så att den lutar 1 cm på 100 cm, där finns även en dräneringsledning nedlagd för att avleda överflödigt vatten. Jorden till skelettet är av moig karaktär. (pers. medd.)

Uppbyggnaden för dessa träd är grunden till den skelettjordskonstruktion som Uppsala använder sig av idag, enligt Engberg (pers.medd.).

Skelettet består av makadam 32-64 mm till 65 % och växtjord till 33 %, med växtjorden vattnad ner i skelettet. Ovanför skelettjorden kommer ett bärlager på ca 100 mm makadam av fraktion 8-16 mm. På det kommer ett avjämningsskikt av 50 mm makadam i fraktion 4-8 mm. Som ytbeläggning läggs ”Pelleplattan” vilken fyllts med makadam 4-8 mm. (Engberg, pers.medd.) Total överbyggnad på ca 200 mm (Se Figur 29 för en uppfattning av överbyggnaden), vilket gör att om schaktdjupet är 800 mm (se svar i intervjustudien, Bilaga H, fråga 17) har ytan utnyttjats till ca 75 %. Under träden, på växtjordsytan är nävor planterade (*Geranium cv.*).

Engberg bekräftar att träden kommer att formbeskäras för att hålla dem i en kompakt form, detta för att de står nära husfasaden. De ska vara av sorten *Tilia x europaea* 'Pallida' (eg. *Tilia x europaea* 'Koningslinde').

Enligt egen notering vid vitalitetsbedömningen av dessa fyra träd, ansåg jag att tillväxten var på ca 50 cm under det senaste året och att den hade varit minst i den storleken även förra året. Någon mätning av dessa träd har inte gjorts, på grund av att de dels är av en annan art och sort än de lindar som finns i Stockholm och för att de är beskurna. Vitalitetsbedömningen klassade tre av träden till A och ett av dem till a. a innebär att trädet är nära ett B men överväger till A. Trädet med a står närmast de stora lindarna i torgets ytterkant (se Bilaga F)

Några sättningar i beläggningen uppmärksammades inte vid vitalitetsbedömningen.



Figur 27, Lindar, Geranium och cyklar på Brantingstorg (2005-10-14)

Träden är planterade i en öppen yta av 4 m<sup>2</sup> med perenner omgärdade med ett lågt räcke (se Figur 28).

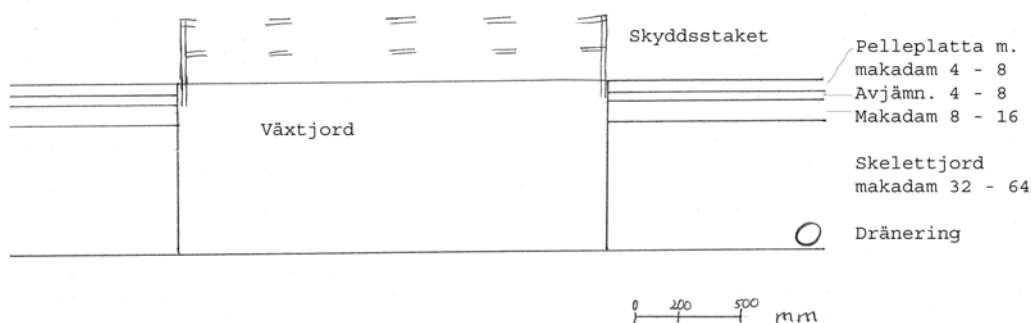
Träden verkar mycket vitala och ser ut att ha etablerat sig på platsen. Överbyggnaden ovanför skelettjorden är helt genomsläpplig för gasutbyte och vatten genom att det inte finns något finmaterial som täpper igen porerna.

Som jord både i planteringshålet och i skelettjorden har Hasselfors E-jord använts (Pettersson P-O, pers. medd.). För värden till Tabell 6 har värden från analys av leverans till Uppsala 9/11 2005 använts. (Hasselfors, 2005)



**Figur 28, Planteringsyta med omgivande beläggningar (träd nr 1, placering se Bilaga F) (2005-10-14)**

I denna anläggning utgörs ytbeläggningen mellan träden av Pelleplatta. Denna platta används för att infiltrera vatten till underliggande material. Om den ska användas ovanför skelettjord rekommenderar återförsäljaren att det på skelettjorden läggs ett lager 30 – 50 mm tjockt med makadam (8 – 18 mm eller 8 – 16 mm), på det ett lager 10 – 20 mm tjockt av makadam 4 – 8 mm. Dessa lager utgör en avjämning på vilken Pelleplattan läggs och fylls med makadam 4 – 8 mm. Ett alternativ som finns är att välja en Pelleplatta med färdigt gräs i. (Veg Tech, 2005)



**Figur 29, Ungefärlig princip för Hjalmar Brantingstorg**

## 4.9 Sammanfattning Fallstudie

Fyra anläggningar har vitalitetsbedömts och tillväxtmätts, tre har vitalitetsbedömts. För samtliga har det gjorts intervjuer och efterforskning av handlingar. Det är det som ligger till grund för informationen i detta kapitel. I nedanstående tabeller (Tabell 6 och 7) har informationen från anläggningarna sammanställts. I uppgifterna till Tabell 7 har vissa generaliseringar varit nödvändiga för att få fram värden. Utförliga beräkningar finns under respektive anläggningsbeskrivning tidigare i kapitlet.

**Tabell 6, Sammanställning och jämförelse av undersökta anläggningar (värden för ler- & mullinnehalt baserad på handlingar, några provtagningar är inte utförda)**

Anläggning Egenskap	Kungsträd- gården	Tegelviks- gatan	St Erik Tilia	St Erik Prunus	Erik Dahlbergs allén	Ersta- gatan	Brantings- torg Uppsala
Anläggnings- år	1996/97	1997, -98, 2000, -01	1998/99	1999	2004	2003	2001
Anläggnings- metod	Prefab	Prefab	Prefab	Prefab	Vattnad	Vattnad	Vattnad
Skelett- material (mm)	Skärv 65 – 120	Leca/Skärv 65 – 120, -	Skärv 80 – 120	Skärv 80 – 120	Skärv 100 – 150	Skärv 100 – 150	Makadam 32 – 64
Lerhalt i skelettjord vikts-%	13 – 17	10 – 15 10 – 20	10 – 20	10 – 20	8 – 12	4 – 8	12
Mullhalt i skelettjord vikts-%	8 – 15	3 – 5 5 – 10	10 – 15	10 – 15	7 – 10	7 – 10	9
Typ av ram	Betong 2,5x2,5 m	Betong 1,4x1,4 m	Trä 0,9x0,9 m	Trä 4,0x1,0 m	-	-	-
Kantstöd	-	-	Smg i bruk	Smg i bruk	Kantsten upphöjd	Kantsten i marknivå	Stor- gatsten
Lerhalt i växtjord vikts-%	13 – 17	10 – 20	10 – 20	10 – 20	10 – 20	-	12
Mullhalt i växtjord vikts-%	8 - 15	10 - 15	10 – 15	10 – 15	10 – 15	-	9
Mineraljord plant.-hål vikts-%		Mullhalt 1,5 – 5	Mullhalt 1,5 – 2	Mullhalt 1,5 – 2	-	-	-
Yta vid trädet	Galler	Galler	Grus, Smg	Grus, Smg	Perenner	Grus	Perenner
Yta ovanför skelettjord	Smg	Plattor	Grus & Smg	Smg	Smg & Plattor	Plattor	Pelle- platta
Vatten- tillförsel till skelettjord	-	-	-	-	Dagvatten- brunn	-	Infiltration
Sättningar	Ja	Ja, lite	Ja, lite	Ja, ovanför växtjord	Nej	Nej	Nej

Smg = Smågatsten, Smg i bruk = Smågatsten i bruk, den innersta stenen är satt i bruk

Det är två metoder att blanda skelettjorden som har använts, dels blandning (prefab) av materialet innan det transporterats till anläggningsplatsen och metoden med utläggning av skelettet först för att sedan vattna ner jorden i det. Om man granskar var det har skett sättningar (oavsett omfattning) så är anläggningarna med skelettjorden blandad i förväg mer drabbade av sättningar än anläggningarna med jorden vattnad ned i skelettet. Rimligtvis bör det bero på att skelettjorden inte blir tillräckligt homogen vid blandning, och stenarna inte får optimal kontakt ifrån början. Viktigt att notera är åldern på anläggningarna, de vattnade är av yngre datum.

I Kungsträdgården har träden stått stilla några år innan de började växa, på Tegelviksgatan verkar huvuddelen av träden börjat växa nu, efter att också de har stått stilla och på Grubbensringen står träden fortfarande stilla. Alla de tre anläggningarna har en tät beläggning ovanför skelettjorden. Den täta beläggningen hindrar gasutbytet mellan markluften och atmosfären samt hindrar vatten från att infiltrera. I de nyare anläggningarna Erik Dahlbergs allé, Erstagatan och Brantingstorg har träden kommit igång snabbt att växa efter planteringen och har de motsatta förutsättningar med stora öppna ytor runt träden, som i två av fallen är planterade med perenner.

Tabell 7 är en generaliserad jämförelse av ytors storlek, växtjords- och skelettjordsvolym per träd i anläggningarna. I samtliga fall står träden i någon typ av gemensam växtbädd. Att slå samman växtjorden och skelettjordens % -sats kan ses som lite galet eftersom skelettjorden endast innehåller ca en tredjedel jord och därav är den inte att likställa med växtjorden i sin hela volym. Men genom att se skelettjorden som en del i ett totalt rotmöjligt utrymme är det lämpligt att sammanföra de % -satserna.

Genom att göra de beräkningar som gjorts för anläggningarna, går det till viss del att jämföra anläggningarna med varandra men framför allt går det att få en uppfattning om proportionerna inom anläggningen.

**Tabell 7, Sammanställning och jämförelse av tillgängliga ytor och volymer för vart träd mellan anläggningarna (för att göra beräkningarna har formlerna i Tabell 4 använts, första (bokstaven) anger vilket resultat som raden avser)**

<i>Anläggning</i> <i>m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></i>	<i>Kungsträd- gården</i>	<i>Tegelviks- gatan</i>	<i>St Erik Tilia</i>	<i>St Erik Prunus</i>	<i>Erik Dahlbergs allén</i>	<i>Ersta- gatan</i>	<i>Brantings- torg Uppsala</i>
(A) Yta (m <sup>2</sup> )	15,6	40,6	18,8	11,3 per 2	24,5	26,25	13,1
(B) Yta växtjord (m <sup>2</sup> )*	6,2	2,0	0,8	4,0 per 2	3,2 alt 1,4	6,88	4
(C) Yta skelettjord (m <sup>2</sup> )	9,4	38,6	18	7,25 per 2 3,63 per 1	24,5	19,4	9,1
(E) Volym växtjord (m <sup>3</sup> )	3,1	0,6	0,7	4,0 per 2 2,0 per 1	1,6 alt 0,7	3,87	3,2
(F) Volym skelettjord (m <sup>3</sup> )	3,8 alt 7,0	11,4	11,1	7,3 per 2	7,4	8,72	5,46
(G) Andel jord i skelettjorden (m <sup>3</sup> )	1,1 alt 2,1	3,4	3,33	2,2 per 2	2,2	2,6	1,6
(H) Total volym (m <sup>3</sup> )	6,9 alt 10,1	12	11,8	11,3 per 2 5,65 per 1	9 alt 8,1	12,6	8,66
(I) Växtjord av totalyta (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	0,20	0,01	0,04	0,36 per 2	0,07 alt 0,03	0,15	0,24
(J) Skelettjord av totalyta (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	0,24 alt 0,45	0,28	0,59	0,66 per 2	0,3	0,33	0,42
(K) Totalt utnyttjad yta (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	0,44 alt 0,65	0,30	0,63	1,00 per 2	0,37 alt 0,33	0,48	0,66
(L) Andel utnyttjad yta av jord (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	0,27 alt 0,33	0,09	0,22	0,55 per 2	0,16 alt 0,12	0,25	0,37

per 2 innebär att två träd delar på den enheten.

\* observera ytans karaktär, se Tabell 6

Tegelviksgatan tas som ett tolkningsexempel:

Varje träd tar med både skelettjord och växtjord upp en yta av  $40,6 \text{ m}^2$ . Av denna yta får trädet  $0,7 \text{ m}^3$  växtjord inklusive utrymmet som rotklumpen tar i anspråk. Efter de förutsättningar som antagits blir inte skelettjordens volym mer än  $11,4 \text{ m}^3$ . Totalt ges  $12 \text{ m}^3$  rotmöjligt utrymme. De  $12 \text{ m}^3$  tar  $0,3 \text{ m}^3/\text{m}^2$  i anspråk av den yta som reserverats för träden och av det är endast  $0,01 \text{ m}^3/\text{m}^2$  växtjord.

Utifrån detta kan en mängd resonemang föras. Om de  $12 \text{ m}^3$  anses tillräckliga kan växtbäddens utbredning minskas genom att öka dess volym nära trädet, t.ex. genom en större öppen yta eller betydligt mindre överbyggnad. Det motsatta förhållandet är att  $12 \text{ m}^3$  inte kan anses som tillräckligt och då måste antingen ytan som trädet utnyttjar öka och utbredningen bibehållas, eller överbyggnaden ovanför skelettjorden minska. Ett resonemang är att skelettjordens volym kan minskas något till förmån för att öka växtjordens andel.

Observera att träden i anläggningen Tegelviksgatan har en gemensam (sammanhängande) växtbädd (enligt handlingar se Bilaga B) som gör att trädens rötter kan korsa varandra och därmed blir trädens utbredningsmöjligheter större men näringstillgången är förmodligen densamma.

Detta resonemang måste föras tidigt i planeringsprocessen, i Tegelviksgatans fall hade nog varit svårt att åstadkomma mer växtjord men om den hade projekterats nu kanske överbyggnadens tjocklek minskats och skelettjordens volym ökats.

Finns det några värden som kan ses som optimala i denna typ av beräkningar? Inte direkt. Det bästa är om ett träd kan utnyttja den yta det har erhållit till ett värde av  $1,0 \text{ m}^3/\text{m}^2$  eller mer men då kräver det att den ytan är tillräckligt stor för att försörja det trädet i fullvuxen storlek. Så viktigare kan vara att volymen är tillräcklig för ett fullvuxet träd och att ytan utnyttjas så gott det går.

#### ***4.9.1 Avslutningsvis gällande fallstudiens genomförande***

Vid mina möten med inblandad personal på Tekniska nämnden i Stockholm, står det klart att några uppföljningar har man inte gjort av sina anläggningar med skelettjord. Likaså är det uppenbart att minnet av hur anläggandet gick till försvinner allt mer för varje dag som går sedan den gjordes. Därför har det varit svårt att få fram exakta uppgifter. Handlingarna som ligger till grund för detta arbete är arkiverade bygghandlingar. Relationshandlingar och ev. andra dokument som redogör exakt för hur anläggningarna byggts har inte gått att finna.

## 5 INTERVJUER MED SJU SVENSKA STÄDER

Intervjuer har genomförts med nio personer i sju olika kommuner/städer (i fortsättningen benämns de som städer). Valet av dessa städer gjordes utifrån vilka som befintliga kontakter fanns med (på något sätt) samt ytterligare någon stad för att öka den geografiska spridningen. Städer som inte använder sig av skelettjord har inte varit intressanta i denna intervju eftersom fokus ligger på att öka kunskapen om hur skelettjord används. I en ytterligare studie vore det intressant att undersöka skelettjordens faktiska användningsutbredning i landets kommuner. Städerna som ingick i studien var Göteborg, Helsingborg, Linköping, Malmö, Stockholm, Umeå och Uppsala.

Intervjuerna återfinns i sin helhet i Bilaga H, bifogade principer för Stockholm och Göteborg finns i Bilaga I.

Samtliga av de intervjuade städerna använder sig av skelettjord i någon omfattning. Alla städerna som har intervjuats, har använt skelettjord vid nyplantering av träd i hårdgjorda miljöer. Fyra av städerna har använt skelettjorden som en del av att vitalisera befintliga gatuträd. Göteborg anger att anledningen till att de inte vitaliserat träd med hjälp av skelettjord är för att den skelettjord de använder sig av är för svår att hantera i ett sådant syfte. Landets tre största städer är med i studien och det verkar också vara de som använder skelettjorden flitigast, vilket kan bero på att en större stad rimligtvis har fler trädplanteringar att utföra i gatumiljö.

Göteborg var först igång med försök av skelettjord under slutet av 1980-talet. Fem av städerna gjorde sina första försök i början till mitten av 1990-talet. Sist med att börja använda sig av skelettjord är Helsingborg som gjorde sin första anläggning 1999 (se Figur 35).

Fyra av städerna anger att de någon gång har använt sig av lecablock som skelettmaterial men att de sedan har frångått det till förmån för någon typ av skärv, i ett fall makadam. I Stockholm gjordes de första anläggningarna med skärv för att sedan övergå till leca för en period och sedan byta tillbaka till skärv. Samtliga städer har på något sätt justerat skelettjordens utformning genom åren.

Proportionerna mellan skelett och jord anges olika i städerna. Göteborg anger att skelettet ska utgöra 65 % och jorden 35 % av den totala volymen, Helsingborg och Malmö 2/3 skelett och 1/3 jord och Stockholm anser att ungefär 25 % jord får plats i skelettmaterialet.

Jorden som föreskrivs i skelettet är ofta av samma typ som jorden i planteringshålet men den jorden är definitivt inte densamma för städerna. Varje stad och anläggning har sina mark-egenskaper och förutsättningar för trädplantering och det får oftast styra valet av jord. Valet av hur skelettjorden ska anläggas styr också valet av jord. En blandning av skelettmaterial och jordmaterial tillåter en högre lerhalt, helt enligt Göteborgs arbetssätt. Städer som vattnar eller vibrerar ned jorden vittnar om lägre lerhalter. Mullhalten som föreskrivs varierar allt ifrån att uppfylla AMA:s krav (5 – 8 vikts- %, Svensk Byggtjänst, 1999) till att städerna förskriver 2 vikts- % som lägst. Om städerna föreskriver mullhalten verkar de vara mer precisa på halten än vad AMA är. Lerhalten i växtjorden ska enligt AMA (Svensk Byggtjänst, 1999) vara mellan 5 – 15 vikts- %. I intervjuerna har det varit svårt att få fram någon exakt lerhaltsangivelse utan det anges mer i vaga termer om låg och hög lerhalt. Malmö och Stockholm är

de städer som tydligast kan ange sin lerhalt. Vid intervjuernas genomförande kan man ana att det råder en ovisshet om vilka ler- och mullhalter som ska föreskrivas och användas.

Att blanda skelettmaterialet med jorden går att göra på flera sätt. Göteborg, Helsingborg och Umeå anger att de blandar materialen antingen hos leverantör eller på anläggningsplatsen. Stockholm och Uppsala vattnar ned jorden i skelettmaterialet. Malmö skiljer sig något åt genom att de använder båda metoderna, men uppfattningen de ger är att nedvattning av jorden är vanligast. Utifrån detta framkommer också att Göteborg har två skelettjordar i sina växtbäddar, först ett skelett med mineraljord och ovanpå det ett skelett med växtjord. Övriga städer gör ingen skillnad av jordmaterialet i profilens djup. Skelettjorden packas när den har lagts ut färdigblandad, eller så packas skelettmaterialet innan jorden vattnas ned. Städerna verkar ha en ganska gemensam uppfattning om lagertjockleken för varje packning. De anger något värde mellan 200 – 300 mm för varje packningslager. Umeå är den stad som avviker i detta med att de lägger ut sin färdigblandade skelettjord i ett lager och sedan trycker till det med grävskopa.

Två av städerna vittnar om att det krävs en stor padda för att kunna kompaktera skelettjorden. Ett alternativ för dem har varit att trycka till skelettjorden med grävskopa istället. Vid kompakteringen av skelettjorden förekommer det att planteringshålet ”skyddas” från skelettjord med hjälp av någon typ av ring eller skiva som tas bort före plantering. I andra lägen används prefabricerade betongringar som planteringshål och utanför dem läggs skelettjorden. Genom båda dessa metoder skyddas växtjorden i planteringshålet från att kompakteras. Där inte sådana skydd används går skelettjorden antingen under hela trädet (Stockholm) eller in i planteringshålet med sin packningsvinkel och inte mer.

Huruvida trädet ska planteras på skelettjord eller ej råder det lite skilda bud om bland dem som intervjuats. Klarast med detta är Göteborg och Stockholm, de planterar träd med rotklumpen ovanpå skelettjorden. Göteborg har dock alltid växtjord runt och under rotklumpen medan Stockholm i vissa lägen har skelett ända intill rotklumpen i dess nedre del. I rotklumpens övre del som är lika med överbyggnadens tjocklek får trädet växtjord. Övriga städer planterar inte träden på eller i skelettjorden, utan anser att trädet ska ha växtjord i hela planteringshålets djup.

En skelettjords tjocklek varierar från stad till stad. I Göteborg finns standarden att det är 300 – 350 mm + 500 mm i motsats till Stockholm som har en given standard för tjockleken på 600 mm men där en skelettjord på enbart 300 mm har anlagts. Städerna anger att i de flesta fall att schaktdjupet är på ca 1000 mm och skelettjorden då blir i tjockleken 600 – 700 mm. Göteborg, Stockholm och Uppsala har en standardprofil som de arbetar utifrån. Malmö har en standardprofil men den är under omarbetning (klar början 2006). Helsingborg har nyligen gjort en princip som ännu inte använts utan har gjorts för en kommande anläggning. Linköping anger inte i intervjun att de har någon standardprofil men enligt deras Trädplan (Linköpings Kommun, 1994) anges ”Leca-gropen” (Rolf & Moback, 1991) som principprofil. Umeå har en profil i en handling där skelettjorden benämns som strukturjord.

Göteborg använder sig av en fiberduk som materialskiljande lager mellan omgivande material och skelettjord. I fyra av städerna anges i intervjun eller i standardprofilerna att en fiberduk används som avskiljare mellan skelettjorden och överbyggnaden. I Stockholm föreskrivs det en geotextilduk mellan det luftiga bärlagret och överbyggnaden.



I valet av beläggning ovanpå en skelettjord, verkar det vara Uppsala som mest använder sig av genomsläppliga ytor och därmed är Uppsala också den stad som får ned mest ytvatten till träden. Även Göteborg, Malmö och Umeå anger att ytvatten kommer träden tillgodo. Malmö anger att lutningar görs mot planteringshållet så att dagvatten kan rinna till. Stockholm har gjort mest tekniskt för att tillföra träden vatten genom särskilda luftnings- och bevattningsbrunnar som dagvattnet samlas i och infiltrerar det luftiga bärlagret och/eller skelettjorden.

Städerna i intervjun skiljer sig något åt i hur skelettjorden anläggs utifrån om det är enskilda växtbäddar för vart träd eller en större sammanhängande växtbädd för flera träd. Umeå och Linköping har ännu inte gjort några sammanhängande växtbäddar. Göteborg verkar vara den stad som är hårdast på att trädplanteringarna ska vara av sammanhängande växtbäddar, de har vid minst en anläggning angivit att växtbädden är en "fredad zon" vilket innebär att all grävning och ledningsdragnings får göras utanför den zonen. I några av städerna har det formulerats krav på växtbäddens storlek. Stockholm och Göteborg är de städer som har störst krav på 15 m<sup>3</sup> (+ sammanhängande) respektive 16 m<sup>3</sup> (inkl. 0,4 m<sup>3</sup> växtjord) tätt följda av Malmö med 12 m<sup>3</sup>. Stockholm och Göteborg anger i sina krav att det är skelettjord som ska utgöra dessa volymer, Malmö anger att det ska vara en rotmöjlig volym och gör ingen skillnad mellan skelettjord och växtjord. Uppsala anger att de har en ambition med 10-15 m<sup>3</sup> växtjord per träd, vilket gör att de måste öka den volymen om de använder sig av skelettjord och ska göra enligt ambitionen. Någon anpassning av växtbäddsvolymen till trädart och slutlig trädstorlek görs inte i någon av de intervjuade städerna.

Samtliga städer vittnar om att de uppfattar anläggningarna med skelettjord som att de har fungerat genom att träden har växt till och mår bra. Några anger att det finns lätta sättningar i någon anläggning och att det i något fall beror på hur noggrant skelettjorden anlades. Det finns även uppgifter på att anläggningar inte har fungerat. Tyvärr har inte intervjun gett svar på exakt vad som inte har fungerat, (Se svar på fråga 25 och 26, Bilaga H), vilket kan bero på att städerna inte har någon given metod för att följa upp trädens utveckling. Umeå anger att de gör en årlig visuell besiktning på samtliga gatuträd. Om träden i de olika städerna bedöms så är det just visuellt de bedöms.

Vad gäller skelettjordens bärighet säger de tre städerna Helsingborg, Linköping och Umeå att de inte har haft några ifrågasättningar inom kommunen om det. Stockholm vittnar istället om att bärigheten ständigt ifrågasätts.

Intervjuerna vittnar om att kunskapen om trädets behov och hur skelettjord kan användas och anläggas är överlag dålig. Städerna har i de flesta fall en kombination av egen projektering av skelettjord och trädplanteringar och att konsulter utför projekteringen. Några av städerna planerar att genomföra vidareutbildning inom området för alla eller några av parterna som berörs vid trädplanteringar i hårdgjorda ytor.

I Tabell 8 ges en sammanställning av hur profilerna för respektive stad ser ut kombinerat med svar som angivits i intervjun. Tabellen ger en uppfattning om att städerna är relativt samstämmiga i flera punkter på hur skelettjord ska konstrueras och anläggas. Intressant att notera är att samkross och/eller sättsand används ovanför skelettjorden. För mer ingående information se Bilaga H och I.

Tabell 8, Sammanställning av beståndsdelar i sju svenska städers skelettjorlar

Egenskap \ Stad	Göteborg	Helsingborg	Linköping	Malmö	Stockholm	Umeå	Uppsala
<b>Fraktion</b>	90 – 150	50 – 200 100 – 120	80 – 150	70 – 130 100 – 150	90 – 150 150 – 200	100 – 150	32 – 64
<b>Andel</b> (skelettmatr. – jorl)	65 % - 35 %	2/3 - 1/3	-	2:3 – 1:3	25 % jorl	-	-
<b>Packnings-tjocklek</b> (mm)	200 – 250	300	300	200 – 250	250 – 300	500 – 700	200
<b>Total</b> <b>Tjocklek</b> (mm)	300 – 350 + 500 = 800 – 850	-	600 – 700	400 – 700	standard 600 min 300 max 1500	500	400 – 800
<b>Avgränsning under</b> <b>packning</b>	Ja	Nej	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej
<b>Betongring</b>	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej
<b>Växtjorl</b>	Egen föreskrift	AMA	AMA	Egen föreskrift	Egen föreskrift	Egen föreskrift	Egen föreskrift
<b>Luftigt bärlager/ Inget finmaterial</b>					Luftigt bärlager under tättr matr.		Inget finmaterial enl. princip
<b>Bärlager</b>	Samkross	Ej specat	Samkross		Ja	-	Makadam enl. princip
<b>Sättsand/grus, Stenmjöl</b>	Ja	Ja	Ja		Ja		

Tabellen är en sammanställning av hur profilerna för resp. stad ser ut kombinerat med svar som angivits i intervjun.

## 6 RESULTAT & DISKUSSION

Min definition av skelettjord är att den ska vara en jord som bär upp trafikytan och fungerar som rotmöjligt utrymme för stadsträden.

Trädplanteringar i hårdgjorda ytor är det vanligaste användningsområdet för skelettjord men det förekommer även att det används till klätterväxter som planteras i trånga offentliga utrymmen.

Talesättet säger ju att kärt barn har många namn och skelettjorden är även den ett kärt barn och kallas för rotvänlig överbyggnad, rotvänligt bärlager eller strukturjord, för att nämna några andra begrepp på svenska. Ett förslag kan vara att kalla den för rotmöjligt förstärkningslager eller kort och gott S-jord. Namnet strukturjord/structural soil är ett neutralt och bra uttryck om det inte vore för att all jord som finns har någon typ av struktur. För den oinvidige är benämningen skelettjord ganska avskräckande och ibland även känsloladdad. Finns det en skillnad mellan ett rotvänligt och ett rotmöjligt utrymme? Kanske inte men vad skelettjorden gör för träden är att möjliggöra ett större utrymme för rottillväxt, än vad som erbjuds i ett traditionellt planteringshål.

Nu har det gått snart tjugo år sedan de första anläggningarna med skelettjord anlades i Nederländerna, Tyskland och Göteborg. Sedan dess har det gjorts ett antal anläggningar både i Sverige och internationellt. Även forskning har utförts på skelettjord, främst i Danmark och USA hittills, men nu kommer även Finland och Norge. I Tyskland har man noterat erfarenheter och gått vidare med utvecklingen för stadsträd. Någon direkt forskning på skelettjord har jag inte kunnat finna där. Volymmässigt finns det mest material att tillgå kring skelettjorden som utvecklats vid Cornell University, USA. Tyvärr behandlar den en annan modell av skelettjord än den vi använder oss av här i Sverige, likadant är det med Amsterdam Tree Soil, som även den behandlas i vetenskapliga artiklar. Forskningen som gjorts i Danmark är den som har störst betydelse för svensk skelettjord.

Genom intervjuerna som gjorts verkar det vara först nu som användningen av skelettjorden har kommit igång någorlunda. I ett perspektiv är det bra för då har erfarenheterna som långsamt byggts upp kunnat dras lärdom av och därav förbättra och förändra långsamt men med eftertanke. I ett annat perspektiv är det tragiskt, det finns tidiga anläggningar som har fungerat men på grund av den tröghet som finns för att pröva det nya har mängder av träd planterats och dött under tiden. Fortfarande finns det exempel på orealistiska planteringar av träd i hårdgjorda ytor (se Figur 30).



Figur 30, Planerad planteringsgrop i asfalt och överbyggnad (2005)

En trolig anledning till att utvecklingen har dröjt är förmodligen att de sammanställda erfarenheter som finns i denna rapport inte har funnits tidigare. Litteraturen i Sverige har bestått av tre artiklar publicerade under 1990-talet och det är först den sista som beskriver flera metoder för att blanda skelettjord. För de som har försökt med lecablock och blandning under början av 1990-talet verkar den metoden ha framstått som tidsödande och dyr. De största städerna Stockholm, Göteborg och Malmö har länge haft dokument som beskrivit hur skelettjorden ska utföras. Det har säkert gjort att det är just de städerna som kommit längst med användandet.

För att undersöka träden i fallstudien gjordes en vitalitetsbedömningsmall för att göra en så jämn och rättvis bedömning som möjligt mellan träden. En mall av detta slag ska bedöma träd i olika anläggningar lika. I praktiken blir det då ganska svårt att jämföra ex. träd 1 med träd 50 i t.ex. mängd bladmassa eller bladfärg när man förflyttat sig till annan anläggning. Är det samma mängd blad eller är det något mindre? Är bladen i samma färgnyans eller har detta en grönare/gulare färg än normalt? Ett förslag som uppkom i diskussion kring resultaten var att ha en färgkarta med några angivna nyanser och utifrån den kunna avgöra vilken klassificering trädet skulle ha, beroende på art. Bedömningsfaktorer som bör finnas med i denna typ av mall är bladstorlek och fruktsättning för kronan samt övrigt för stammen bör tillföras, utöver de kriterier som anges i avsnittet ”förklaring till vitalitetsbedömningsmall”. Ytterligare att beakta är genetisk variation mellan olika arter/sorter, vilket kan göra att det är biologiska och fysiologiska skillnader mellan dem. Om jämförelser görs mellan två arter/sorter måste man därför ta hänsyn till detta. Att bedöma träden till något av tre (A, B, C) kriterier var i denna typ av studie begränsande som jag avsåg men fick delvis frångå (a, b). En femgradig skala hade varit bättre. I hårdgjorda ytor bör bedömningen för trädet kompletteras med en bedömning av beläggningen. I denna studie gjordes endast bedömning av ytan som en kommentar i trädets vitalitetsbedömning. Ytterligare bedömning som hade varit av stort intresse hade varit att ta jordprover för att se om den jord som finns i anläggningen stämmer överens med den jord som föreskrivits.

Av de träd som vitalitetsbedömdes blev även fyra av anläggningarna tillväxtmätta. Tillväxtmätningen hade som mål att mäta terminala skottet på huvudgrenar (gren som utgår från huvudstam) i kronans mellersta del. Metoden valdes delvis utifrån praktiska möjligheter, men många frågor kvarstår kring att mäta träd. Vad är mest korrekt? Toppen, mitten eller nedre del av kronan? Framtiden för ett ungt träd är i toppen men om det har gott om utrymme och ljus så växer det på bredden (Dujesiefken, Welanders; pers.medd.). Var det växer mest och hur mycket verkar ingen veta. Något värde på en normal tillväxt finns inte. En normal tillväxt borde vara beroende av trädets ålder, en ung planta bör rimligtvis vilja växa och bli stor snabbt medan ett träd i medelstorlek kan ta tillväxten med lite mer ro. Jag valde att dela in tillväxten i låg, medelhög och hög tillväxt, rätt eller fel, det blir ett greppbart diskussions- och jämförelseuttryck. Blomning och fruktsättning kräver energi och sker när trädet har nått adult fas till vilken trädet kan ha kommit i naturlig takt eller p.g.a. någon stressfaktor. Känt sedan tidigare är att stressade träd bl.a. sätter mer frukt och/eller skjuter ”vattenskott” inne i kronan. I Kungsträdgården har tillväxten minskat, vad beror en sådan minskning på? Några tänkbara alternativ är att näringstillgången minskat eller att rötterna har nått sin begränsning i utbredning. Fysiologiskt sett kanske träden har kommit i ”rätt” storlek så att de inte behöver växa så mycket mer och det är därför de har fruktsättning. I denna studie är träden relativt jämnåldra men att likställa tillväxten oavsett ålder på träden i en jämförelse är tvivelaktigt. Träden på Tegelviksgatan vitalitetsbedömdes först och sedan erhöles informationen om de olika planteringsåren, som visade sig ha olika tillväxtmönster. Förutom att mäta skotttillväxten

mättes också stamomfånget på träden, vilket visade sig ge mest information om träden i Kungsträdgården.

Några alternativa metoder för att bedöma och mäta träden finns egentligen inte för denna typ av studie då den skulle genomföras inom tiden av ett halvår med start den 1 september 2005. Hade projekttiden varit längre hade t.ex. metoder med lasermätare (mäter bladtemperatur och ger uppfattning om trädet lider av stress p.g.a. vattenbrist) varit av intresse m.fl.

För anläggningarna har styrande dokument eftersökts och erhållits i relativt god omfattning. Troligen hade inte mer material gått att finna även om mer tid skulle ha ägnats åt eftersökning. I brist på, och som komplement till, handlingar för anläggningarna har jag varit i kontakt med personer som är insatta i de olika anläggningarna.

Litteraturen omfattar två forskningsstudier, en i Danmark och en i USA med flera publicerade vetenskapliga artiklar. Denna studie är både värd till forskningen och till praktiken, därför har jag valt att fokusera mer på det praktiska i publikationerna som bygger på de gjorda studierna i Danmark och USA. För att få redogörelse för exakta forskningsresultat är det lämpligare att använda sig av de ursprungliga publikationerna. Övrig litteratur är både populär- och vetenskaplig beroende på vad som funnits att tillgå.

Intervjuerna har präglats av stor hjälpsamhet hos de personer jag varit i kontakt med. Min uppfattning är att antingen är man ganska osäker på hur man gör och om man gör rätt eller motsatt att man vet hur man gör och tror helt på det men ändå inser att det förmodligen kan finnas mer kunskap att hämta. Metoden med att intervjua några få utvalda städer per telefon var det som fanns tid för. Ett annat scenario hade varit att besöka dessa städer och titta på deras resp. anläggningar för att kanske få ett större underlag i hur skelettjorden fungerar ihop med fler trädarter och ståndorter. Intervjuerna har fått en karaktär av dialog med de intervjuade där jag har kunnat komma åter och ställa ytterligare frågor när jag sammanställt svaren. För den intervjuade har det varit möjligt att göra kompletteringar och korrigeringar antingen via mail eller via telefon, vilket bör ha gjort intervjun så utförlig som möjligt. I vissa avseenden önskar man att svaren som givits i intervjuerna ska kunna jämföras direkt med varandra, det är inte helt möjligt eftersom varje stad och person har sitt synsätt och förhållande till skelettjorden.

Till skelettjorden används ett material som är bärande och bidrar med porer. Material som används och fungerar är skärv och makadam. Bland de tidigare anläggningarna finns lecablock som bärande material, i Göteborg vittnar Hellqvist (pers.medd. se Bilaga H, fråga 3) om att lecablocken har vittrat sönder och omvandlats till lecakulor. Anledningen till att leca var ett rekommenderat material var att det är luft- och vattentransporterande. För att avfärda lecablock som olämpligt byggmaterial i skelettjordssammanhang krävs det fler uppgrävningar som visar hur materialet klarat av att hålla bärigheten. Nackdelen med lecablock är en antydd högre anläggningskostnad än vad skärv och makadam medför samt erfarenheter från anläggning i Göteborg med vittrat material. Fördelen med leca är just den luft- och vattentransporterande förmågan och dess lätthet.

Skelettmaterialet ska vara i en fraktion som har en tätt spann mellan fraktionsgränserna t.ex. 100 – 150 mm. Skärv i storleken 100 mm kan inte lägga sig i porerna som uppkommer mellan skärv i storleken 150 mm men i porerna som storleken 250 mm ger. Den övre fraktionsgränsen bör aldrig vara mer än dubbelt så stor som den minsta fraktionsgränsen är eftersom det minskar porvolymen. Teoretiskt sett ska spannet vara så litet som möjligt oavsett vilka

fraktioner det handlar om. Exakt vilken fraktion som ska användas avgörs av tillgången av material på respektive ort.

I en naturlig (sorterad) jord utgör porerna ca 50 % av jorden, för en morän (osorterad) är porositeten ca 30 %. Genom att veta skelettmaterialets porositet kan andelen jord anpassas bättre. Rekommendationerna som finns verkar följa samma mönster i de flesta fall med två tredjedelar skelettmaterial och en tredjedel jord. Kristoffersen & Nilsson (1998) anger att jorden ska fylla porerna till ca 80 %. Om skelettmaterialet då har en porositet på 30 % innebär det att av de 30 % ska 24 % fyllas. I ett sådant läge blir proportionerna i stället fyra femtedelar skelettmaterial och en femtedel jord. Är porositeten i det kompakterade materialet 40 % och fyllnadsgraden ska vara 80 % stämmer det bra med rekommendationen på en tredjedel eftersom det ger 32 %. Så för att följa standardrekommendationen krävs det att porositeten är minst 40 % för att inte riskera att jorden blir kompakterad.

Tre huvudtyper av hur skelettjord ska konstrueras kan urskiljas. Dessa huvudtyper är inte strikta utan går in i varandra. Den första är USA: s CU-Structural Soil som består av makadam i fraktioner kring 20 – 40 mm med inblandning av bindande hydrogel. Den andra är den som Rolf och Moback har beskrivit, den är mycket tydlig på att skelettjorden ska bestå av en mineraldel och en växtjordsdel. Den tredje är Kristofferssens som inte anger någon skillnad i djupet med mullhalt. Däremot föreskriver den att det ska finnas ett luftigt bärlager ovanför skelettjorden. Denna indelning (Tabell 9) har jag konstruerat utifrån fraktionsstorlek eller lagerindelning i profilen.

**Tabell 9, De tre huvudmodellerna av skelettjord se även Figur 34**

<b>CU-Structural Soil</b>	<b>"Leca-gropen" / Skelettjord a la Göteborg</b>	<b>Rotvänligt bärlager/ Skelettjord a la Stockholm</b>
<b>USA</b>	<b>Tyskland &amp; Sverige</b>	<b>Danmark &amp; Stockholm</b>
Skelettmaterial av finmakadam i fraktion 20 – 40 mm. Skelettet och jorden blandas i förväg samt binds samman med ett bindemedel. Anläggs genom blandning. Träden planteras direkt i skelettjorden.	Lava/Leca/Skärv används som skelettmaterial i stora fraktioner ca 100 – 150 mm. Har två blandningar en undre utan mull och en övre med mull. Anläggs genom blandning. Träden planteras i ett planteringshål med växtjord.	Skärv eller Makadam används som skelettmaterial. Ovanför skelettjorden läggs ett lager som ska garantera gasutbyte och förhoppningsvis bidra med vatten och näring. Mull i hela profilen. Anläggs oftast genom vattning. Träden kan planteras direkt i skelettjorden, vanligast i planteringshål med växtjord.

Jorden som används till att fylla porerna varierar enligt uppgifterna som fåtts fram. Litteraturen poängterar att jorden ska ha en god närings- och fuktighetshållande förmåga, vilket kräver humus och ler. I Stockholms undersökta anläggningar (Tabell 6) har den föreskrivna lerhalten minskat från som mest 10 – 20 vikts- % till 4 – 8 vikts- %. Anledningen hänger säkert ihop med att anläggningsmetoden har bytts från en prefabricerad blandning till nedvattning av jorden. Mullhalten i Stockholms anläggningar verkar inte ha följt något mönster utan varierar stort, andelskraven har haft relativt breda intervall.

Tjockleken per packningslager styrs av fraktionen på skelettmaterialet, lagret ska ha största fraktionens dubbla storlek. Vanligast tjocklek per packningslager verkar vara mellan 200 – 300 mm. Skelettjordens hela tjocklek styrs av möjligt schaktdjup och överbyggnaden som görs. I valet av att dimensionera överbyggnaden bör skelettjorden ses som ett kombinerat förstärknings- och bärlager. Ett bärlager ovanför skelettjorden bör inte vara nödvändigt om ytan har få tunga överfarter. Att jämna av skelettjordsytan med ett makadamlager innan ytbeläggningen läggs kan var lämpligt. På så sätt skulle överbyggnaden i vissa lägen kanske kunna krympas till så lite som 100 mm.

Den hårdgjorda ytan som oftast används ovanför skelettjorden, begränsar möjligheterna för gasutbyte mellan mark och atmosfär, infiltration av dagvatten och tillförsel av näring. I Uppsala har man minskat den helt hårdgjorda ytan och gjort den ”medelhård” och därigenom kan gasutbyte och infiltration av vatten ske. I Stockholm har man haft svårt för att åstadkomma sådana lösningar, i stället har det blivit luftningsbrunnar (se Bilaga I, principsektion Stockholm). Dessa luftningsbrunnar (Se Figur 31) är idag, efter viss utveckling, av aluminium och fungerar som en dagvattenbrunn, genom att dagvattnet rinner till dem och vidare ned i skelettjorden. Hål finns i de övre delarna av brunnarna som ska tillåta luft att diffundera in i det luftiga bärlagret ovanför skelettjorden.



**Figur 31, Luftnings- & dagvattenbrunn. (2005-09-09)**

Anläggningarna som undersökts i Stockholm vittnar om att träden kan komma igång och växa med skelettjord. Trots att de har skelettjord står de stilla några år om de är planterade i en hårdgjord yta. Detta beror troligen på den betonglåda med slitsar i sidorna som de planterats i, lådan begränsar rötternas utbredning i sidled. Träd som planterats i en öppen yta som tillåter att luft, vatten och näring kommer träden tillgodo har inte stannat till i utvecklingen utan kommit igång snabbt efter planteringen. En öppen yta med grus är bättre än ingen öppen yta alls. Viktigt att tänka på är att grusyta och/eller en bar jordyta kan kompakteras av gående om den inte skyddas. Kompakteringen hindrar infiltration av dagvatten och gasutbytet. Genom att kombinera en öppen yta kring träden med goda skelettjordsutrymmen kan man få en ökad utveckling av stadsträden.



Trädens behov i marken är syre (gasutbyte), vatten och näring, vilket nämnts tidigare. För att säkerställa det är skelettjorden en del i det. Genom att öka jordvolymen ökas också vatten- och näringstillgången. De är ändliga resurser för träden om det inte sker en tillförsel. Stockholms nämnda luftningsbrunn som tillför dagvatten till skelettjorden kan vara en lösning, ACO-drain rännan (se Figur 32) en annan med samma funktion. För att göra mer genomsläppliga ytor krävs ett medvetet val av beläggning. En beläggning med större fogar än brukligt och ett genomsläppligt material i hela överbyggnaden ovanför skelettjorden ökar också infiltrationen av vatten i skelettjorden.

Det handlar om att åstadkomma ett så långsiktigt hållbart system som möjligt. Genom att freda träden och deras rötter från påverkan av ombyggnationer, trafik m.m. kan man få träd som ger valuta för skattepengarna under många år, men det krävs utrymme och ett biologiskt tänkande.

I fallstudien med Stockholms anläggningar märks det att skelettjorden i flera fall finns på ett djup av 500 – 1000 mm. Att skelettjorden inte anläggs ytligare beror på att staden har en kraftig överbyggnad även på trottoarer oavsett om det finns skelettjord eller inte. Tidigare har denna överbyggnad innehållt ett extra AG-lager (asfalt). I de fallen har överbyggnaden varit förstärkningslager, bärlager, AG, bärlager, sättsand, plattor. Nu är AG-lagret borttaget från de ytor där skelettjord finns men ännu så länge är överbyggnaden av stor tjocklek. (Embrén, pers.medd.).

I anläggandet av skelettjorden finns det tre anläggningsmetoder att välja mellan (se Tabell 3). Det är blandning (prefab) av skelettmateriel och jord innan utläggning, nedvattnings av jorden i den komprimerade "skelettbädden" och nedborstning av jord i "skelettbädden". Den sistnämnda har använts vid några få tillfällen i Sverige. Förhållandena har varit extremt varma och torra (+30°C) och det har gällt några få träd som vitaliserats med detta arbetssätt. I bästa fall behöver inte jorden ens borstas ned utan kan "släppas ut" från grävs kopan och rinna ned i det kompakterade skelettmaterialet. I ett sådant fall är jorden "kruttorr" (Embrén, Stål, pers. medd.). Metoden garanterar bärigheten av ytan men förstör inte strukturen i jorden i samma höga omfattning som "Vattnings-metoden". Problemet med denna metod är att den kräver absolut torrt material och torr väderlek, vilket inte är så lätt att projektera in i vårt land. Metoden att prefabricera skelettjorden till en blandning i förväg verkar vara en populär metod för jordleverantörerna som kan marknadsföra ytterligare en produkt. Risken med denna är att skelettmateriel och jord separerar under transport och utläggning eller att andelen jord blir för hög. Är jordmängden för hög skapas i stället en kompakterad morän, vilket inte alls ger träden något rotmöjligt utrymme. "Vattnings-metoden" där skelettmaterialet är utlagt och komprimerat innan jorden läggs på är en omtyckt metod hos dem som använder den, vilket



**Figur 32, ACO-drain ränna för att leda ned dagvatten i skelettjorden. Fiberduken togs bort före färdigställandet. Stål anser att den sätter igen för snabbt för att kunna användas här. (Stål, 2005)**



kanske beror på ett klassiskt anläggningstänkande i tillvägagångssättet. Från Stockholm (Embrén, Hedenström, Olsson-Sjöberg; pers.medd) ges det erfarenheter om hur fel och rätt det kan bli med denna metod. Om det läggs ut ett för tjockt lager jord på skelettmaterialet blir inte allt nedvattnat. Om jorden som läggs ut har en för hög lerhalt blir allt en sörja och går inte att vattna ned (se till vänster i Figur 33). Teoretiskt sett ska det gå att få ned 100 mm jord i 200 mm skelettmateriale om porositeten i skelettmaterialet är runt 40 %, och ändå få lite utrymme över. När det gäller skelettjord är det bättre med lite för lite jord än för mycket. Därför bör det vara vettigare att bara lägga ut hälften eller max 50 mm jord vid varje vattning, försvinner all jord och det uppstår tomrum bör ytterligare jord tillföras per packningslager. Vattningen görs antingen med vanlig trädgårdsslang eller med brandslang kopplad till en brandpost. Ett ”mjukt” vattnande på jorden med ett lågt tryck kan verka skonsammast men ger förmodligen störst sedimentation. Ett ”hårt” vattnande med högt tryck men med låg vattenåtgång slår förmodligen sönder de aggregat som finns i jorden men det är tveksamt om det ger en lika hög separation av materialet vid sedimenteringen, arbetsmässigt bör den metoden vara effektivare. Viktigast bör vara att få en skelettjord som har en jämn jordprofil utan allt för stora luftfickor. I anläggningsskedet kan det se ut som att jorden vid vattning ”geggas ihop” i de övre delarna av skelettmaterialet och aldrig kommer ned i hela lagret. Om den skiktningen som uppstår där kvarstår är svårt att säga men om jorden också blir kompakterad av nästkommande packningslagers skelettmateriale blir säkerligen jorden kvar i det skiktet och en oätlig ”lasagne” för rötterna har skapats. Här omnämns tre metoder för att blanda jorden med skelettmaterialet. I enstaka anläggningar berättas det om att man försökt vibrera ned jorden i skelettmaterialet, detta verkar oftast ha förekommit då för stor mängd jord lagts ut och nedvattningen av den inte har fungerat. Vid utläggning av prefabricerad skelettjord ska den packas/vibreras. Observera att det alltid finns en risk för kompakterad jord vid denna typ av hantering.

Kristoffersen & Nilsson (1998) förskriver ett luftningslager, detta har i Stockholm (som



Figur 33, Lagerindelning vid anläggande av skelettjord enligt Stockholms modell. (2005-11-11)

tidigare nämnts) kopplats samman med luftningsbrunnar. Luftningslagret är enligt Stockholms principprofil (se Bilaga I) ca 180 mm av makadam. Luften har en hög diffusionskapacitet i den typen av material och lagret borde inte behöva vara av den tjockleken. 180 mm är relativt stor del av överbyggnaden och kan inte betraktas som en del av skelettjorden då den inte utgör ett rotmöjligt utrymme, men är delvis en förutsättning för att det rotmöjliga utrymmet ska vara rotmöjligt. Om skelettjorden är korrekt anlagd ska den tåla hög belastning. Genom att göra tester på det skulle man kunna erhålla belägg för att minimera överbyggnaden ovanför skelettjorden till endast ett avjämningslager och ytlager. De lagren skulle då inte få innehålla något finmaterial utan vara genomsläppligt för luft och vatten. Kopinga (1994) har funnit att syrehalten under en gång-/och cykelbana är tillräckligt god för rottillväxt. Att avskrika behovet av genomsläppliga ytor i staden vore dock dumt. Studien behandlar en begränsad bredd av belagd yta. I innerstadsmiljö är större delen av marken belagd och då blir det betydligt lägre syrenivåer i jorden. Vidare ska terrassen alltid luckras då det kan ge träden möjlighet att växa på djupet men framför allt för att vatten i växtbädden kan perkolera bort och minska risken för anaeroba förhållanden.

Hur saltet påverkar träden har inte behandlats i denna rapport. Saltet påverkar jorden genom en försämrad struktur och därmed försämrade näringshållande förmåga. Det påverkar träden genom att vattenupptagningsförmågan blir förändrad och försämrad vilket kan leda till torkskador. För ytterligare kunskap om hur salt kan vattnas bort eller undvikas, hänvisas till annan litteratur.

Rötter har visat i både forskningsexperiment och enstaka naturliga förhållanden att de kan växa utan jord med enbart hög luftfuktighet (Stål, Welander; pers. medd.). Om skelettjorden bara skulle bestå av skelettmaterial och vara ett slutet system, skulle rötterna kunna växa där ändå? Nja, rötterna behöver få tillgång på näring någonstans för att överleva och det skulle innebära att man inte kan anlägga på det sättet. Enstaka tomrum i skelettjorden borde inte vara några problem för rötterna då de oftast följer stenarnas ytor. I uppodlingen av träd används ibland systemet med spring-ring som beskär rötterna med luftpincering då de växer ut genom hålen i spring-ringen. Anledningen till att rötterna dör av där är att luftfuktigheten inte är tillräckligt hög. Skelettjorden bör inte kunna ha samma effekt på rötterna. Under arbetets gång har det dykt upp frågor om rötter kan stranguleras (strypas) av stenarna i skelettjorden. Jag har inte kunnat finna någon litteratur om hur rötter hanterar trånga passager i jorden. Att rötter tar sig igenom trånga passager finns det många bevis för och att de ibland ”kompenserar” trångheten med att ”svälla upp” på den nya sidan. Det som kan strypas är näringstransporten från finroten upp till kronan, hur mycket har jag inte funnit några uppgifter på. Att rötterna skulle kunna börja flytta på skelettjorden och ytan underifrån är ganska orimligt att tro. Skelettjorden och ovanliggande material ska vara välkompakterade. I frågan om vilken fraktion som lämpar sig bäst för rötterna är det svårt att ange något då inga studier verkar ha undersökt detta. Om något är begränsande är det övergången mellan porerna.

Slutligen, hur ska vi då tänka för att få friska och gamla träd i gatumiljön? Ytorna kring träd i stadsmiljö och i hårdgjorda ytor är oftast hårda av galler, plattor eller stensättningar ända in till stammen. Det påverkar träden starkt genom att luft, vatten och näring inte kommer ner till jorden som rötterna växer i. Likaså är utrymmet under ytan ofta starkt begränsat. Värst av allt är ändå att detta verkar finnas i en norm som kallas för ”stadsmässighet”. Att något är stadsmässigt är att allt ska vara ”rent” utmed marken. Perenner med gröna blad och blommor ses av många som förstörare av stadsmässigheten. Däremot ska träd finnas med höga smala stammar och gigantiska skuggande krontak från fem meters höjd och uppåt. Ja, ungefär så ska det väl se ut men utan öppna ytor som ger luft, vatten och näring blir det inga gigantiska

skuggande krontak över stadens gator och torg. Så nu gäller det att kombinera trädens behov med en biologisk gestaltning eller som ett alternativ inga träd och stadsmässigt rena gator.

För träden, det bästa till det sämsta:

1. Enbart växtjord i den volym som en fullvuxen individ (art/sort anpassat) kan behöva
2. Växtjord med kompletterande skelettjord för att uppnå optimal volym/jord anpassat till vald trädart/sort
3. Växtjord med kompletterande skelettjord enligt stadens standardrekommendation på minsta rotmögliga utrymme, ingen anpassning till art/sort
4. Plantera direkt i skelettjorden
5. Betonglåda med omgivande skelettjord
6. Enbart betonglåda eller likvärdig volym med hinder för vidare rottillväxt.  
”Krukodling”

Första alternativet ger grunden för ett välutvecklat och friskt träd mot alternativ sex som leder till bonsaiodling om inte trädet intensivsköts. Oavsett om det intensivsköts eller inte blir livslängden betydligt kortare än vad de första alternativen ger. För att erhålla hundraåriga träd i en hårdgjord miljö i framtiden, krävs ett helt annat tänkande i hur mark exploateras vid bebyggelse. Träd av den åldern erhålls förmodligen endast i park- och naturmarksområden. I gatumiljö måste vi bygga så att vi inte behöver byta ut träden alltför ofta. Det gör vi genom att ge dem förutsättningarna som nämnts i denna diskussion, att vi visar dem hänsyn och skyddar dem ifrån skador både under och ovan mark. Genom att bygga så att träden får det de behöver minskar vi risken för förstörda beläggningar och ledningar.

Vad kan vi då förvänta oss i ökad livslängd? Erfarenheten från Tyskland säger (avsnitt Tyskland) att tillväxten och vitaliteten börjar avta efter ungefär sjutton år, för träd planterade med skelettjord men utan perennnytor. Med mer växtjord, ett biologiskt system och dagvatten till träden kanske vi kan få ”riktigt” gamla träd även i gatumiljö.

Skelettjord kan även användas till vitalisering av befintliga gatuträd, klätterväxter, gräsmattor i trånga trafikutrymmen, som kanaler för att leda rötterna under beläggning ut till park/natur- ytor som inte hindrar rottillväxt, förutom det i denna studie behandlade nyplanterade träd. Användningsområdena kan säkert utvecklas.

Med hjälp av tekniska lösningar kan vi komma långt för att säkerställa trädens och trafikens behov i staden. För att få ett långsiktigt hållbart användande av träd i staden måste vi anpassa valet av trädart och sort till de förutsättningar som ges. Staden är inte bara begränsad under mark som denna rapport visar. Den ger också speciella förutsättningar för träden ovan mark. En stad är bitvis varmare än omgivande landsbygd men den kan också vara blåsigare eftersom byggnader förändrar vindförhållandena. Förhållandena under mark är generellt mer extrema i staden med antingen torra eller blöta ståndorter för träden, ett bredare val av träd till offentliga ytor sprider många risker som finns med trädplanteringar.



## 7 SLUTSATSER & VIDARE FORSKNING OCH UTVECKLING AV VÄXTBÄDDAR OCH SKELETTJORD

### 7.1 Slutsatser

- I Sverige förekommer i huvudsak två modeller av skelettjord (Stockholms och Göteborgs) och två metoder att blanda skelettmaterial och jord, antingen en skelettjord som blandats före utläggning (prefab) eller en med nedvattning av jorden i utlagt skelettmaterial
- Träd som undersökts i fallstudien med större volymer växtjord verkar ha fått en snabbare tillväxtstart på växtplatsen än de träd som har liten volym växtjord
- Med avseende på att det har bedrivits väldigt lite forskning på skelettjord i landet är användandet av skelettjord till stadsträds växtbäddar ändå relativt omfattande
- Skelettjorden ska vara bärande för ovanliggande trafikytor. Litteraturen, intervjuerna och fallstudien vittnar om att skelettjordens bärighet håller, men den måste anläggas med stor noggrannhet för att få skelettmaterialet helt jämnt fördelat med jorden i porerna, det får aldrig bli så att jorden blir det bärande materialet. Störst risk för sättningar verkar i fallstudien vara i övergången till ett annat material och när det är anlagt med en blandad (prefab) skelettjord.
- Hur skelettjordar fungerar på lång sikt är det svårt att uttala sig om dels för att anläggningarna som undersökts fortfarande är mindre än tio år och dels för att det inte har gått att undersöka var trädens rötter befinner sig. Att träden i de nyare anläggningarna har tillgång på syre, vatten och näring är tydligt men om det beror på enbart växtjordens volym eller om skelettjorden också har bidragit med detta går inte att veta med de undersökningar som gjorts. Lindarna i anläggningen St:Erik/Grubbensringen växer inte tillfredsställande och har låg vitalitet i förhållande till deras ålder, en kompletterande undersökningsmetod med provgrävning hade behövts i denna anläggning.
- Kunskapen om skelettjord och hur den ska anläggas är enligt de intervjuer som genomförts av varierad nivå.
- Mer kunskap om skelettjord och stadsträds behov behövs både inom forskningen, för projektering av framtida anläggningar och hos de som anlägger växtbäddarna.

## 7.2 Vidare forskning & utveckling

- För fullständig utvärdering av anläggningar där träden inte uppvisar en acceptabel tillväxt behöver det göras uppgrävningar för att se var trädens rötter befinner sig och då kunna konstatera om skelettjorden eller något annat är orsaken till den dåliga tillväxten. Erfarenheter av detta är nödvändiga att dokumentera för att erhålla en ytterligare utveckling inom området.
- För framtida bedömningar av stadsträds tillväxt och vitalitet behöver det utarbetas ett ”arbetsredskap”, som förutom att ge besked om trädets vitalitet, stressnivå och tillväxt också anger alla yttre faktorer som en stadsmiljö ger, både ovan och under markyta.
- För att få livskraftiga träd i hårdgjorda miljöer krävs ett nytt tänkande i planeringen, träden behöver större jordvolym än vad som ges idag. För att få reda på vilken kritisk ”ren” växtjordsvolym som krävs i kombination med skelettjord, behöver praktiskt tillämpad forskning under väl kontrollerade former genomföras. Stora frågor är hur mycket trädens livslängd förlängs med olika volymer skelettjord och hur mycket kortare deras livslängd blir i förhållande till om förhållandena hade varit optimala. För allt detta behövs vidare forskning, med ett långsiktigt perspektiv.
- Skelettjorden motarbetas som överbyggnad till tyngre trafikytor, då den ännu inte har hållfasthetsprövats i Sverige. Det behöver göras så att ytorna i staden kan utnyttjas effektivare av både träd och trafik. Praktiska erfarenheter visar att skelettjorden klarar bärigheten för trottoarer, G/C - vägar och parkeringsytor.
- En viktig del för att få nyplanterade träd i stadsmiljön att kunna bli stora och gamla är att ge träden ”orörd” mark eller tillräcklig volym jord att växa i. Detta kan bara erhållas om samarbete sker över förvaltningsgränserna. Träden har sina behov, trafikytorna sina, el-, tele-, gas- och vattenledningar sina, dessa intressen måste samverka och för det krävs utveckling inom flera områden.
- I fallstudiens nyare anläggningar (Erik Dahlbergs allé, Erstagatan och Brantingstorg) har utformningen gjorts så att dagvattnet kan komma till träden. Här finns många frågor som behöver besvaras: - Finns det risk att dagvattnet spolar bort jorden i skelettet då dagvattnet leds ned genom brunn i skelettjorden? – Olika trädarter har olika tolerans för vattenmättade (anaeroba) förhållanden, finns det en risk att sådana uppkommer i en välkonstruerad anläggning? – Hur mycket kan anläggningar av denna typ avlasta dagvattenssystemet och hur påverkas grundvattenytan? – Infiltrationsförmågan i en växtbädd är låg under tjälade perioder. Hur påverkar det omkringliggande ytor och deras framkomlighet?

## 8 RÅD & ANVISNINGAR INFÖR PROJEKTERING & ANLÄGGNING AV VÄXTBÄDDAR MED SKELETTJORD

### 8.1 Växtbäddsutformning

1. Försök åstadkomma sammanhängande växtbäddar som länkar samman de enskilda trädens rotmöjliga utrymme, växtbäddens totala volym är viktig på lång sikt för trädets utveckling och stabilitet.
2. Välj en av huvudmodellerna för skelettjord (Göteborgs eller Stockholms, se Figur 34) alternativt bestäm hur just Er modell ska se ut.
3. Undvik avgränsningar mellan växtjord och skelettjord (likt betongringar o.dyl.)
4. Gör den öppna ytan och volymen växtjord runt trädet så stor som möjligt, viktigt eftersom tendensen är att större jordvolym ger en bättre start och etablering för trädets.
5. Använd en växtjord i planteringshålet med goda näringshållande egenskaper och som fungerar med befintligt jordmaterial.
6. Försök säkerställa trädets näringsbehov med utrymme för växtlighet eller tillförsel av organiskt material (skydda ytan från slitage).
7. Minimera överbyggnaden ovanför skelettjorden, skelettjorden motsvarar ett kombinerat förstärknings- och bärlager (För trottoarer, GC-vägar och parkeringsytor).
8. Gör överbyggnaden genomsläpplig för luft och vatten, genom att avstå från finmaterial ("luftig överbyggnad").
9. Möjliggör infiltration av dagvatten i växtbädden, säkerställ dränering av växtbädden så att inte anaeroba förhållanden uppstår, anpassa mängden dagvatten till växtbäddens och terrassens förmåga att infiltrera och perkolera dagvattnet. Förväntas stora mängder dagvatten, anpassa artval av träd (Pettersson, 2005).

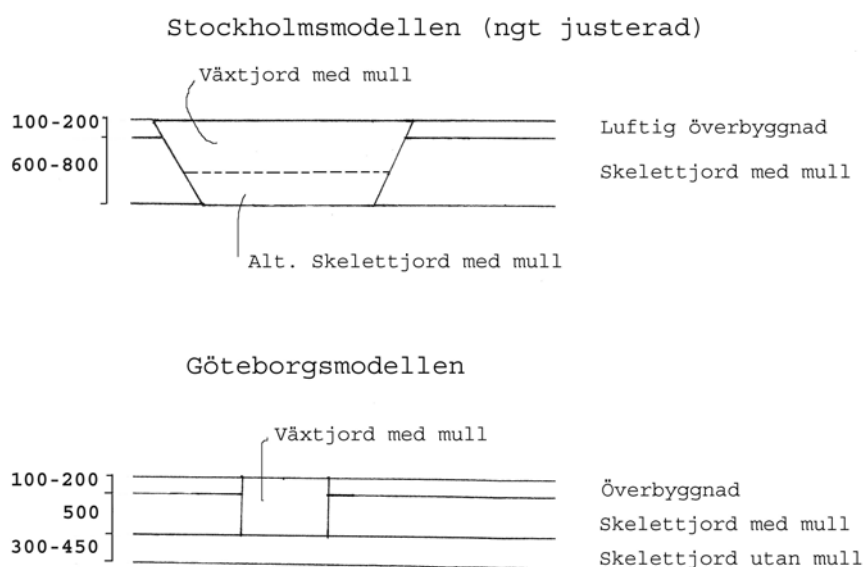
Jordmaterial i planteringshålet och skelettjorden behöver inte vara samma men om de är olika ska de fungera markfysikaliskt tillsammans. Jorden som används i skelettjorden avgörs delvis av vilken blandningsmetod som används.

I Stockholm används idag ett luftigt bärlager (se Bilaga I och avsnitt Erik Dahlbergs allé). Det har till funktion att diffundera in syre i skelettjorden och transportera ut koldioxid m.m. I de rekommendationer som ges här gäller det att skapa en "luftig överbyggnad" istället. Den har exakt samma funktion men istället för att bygga in ett särskilt skikt av makadam ovanför skelettjorden görs hela överbyggnaden genomsläpplig för luft och vatten. Ytan ska alltså ha ett genomsläppligt material eller ha ett material med stor andel fogar. Fogarna och de avjämnings-skikt (ev. bärlager) som byggs ovanpå skelettjorden ska vara av finmakadam eller makadam, material med fraktioner av 0-1 mm (stenmjöl, sättsand, samkross) bör undvikas. Används material med fraktioner 0 – 1 mm eller skillnaden mellan fraktionerna är alltför stora är det lämpligt att använda en fiberduk som materialskiljande material. Enligt Stål (pers.medd.) sätter fiberduken snabbt igen vilket är hindrande om dagvatten ska infiltrera genom fiberduken.

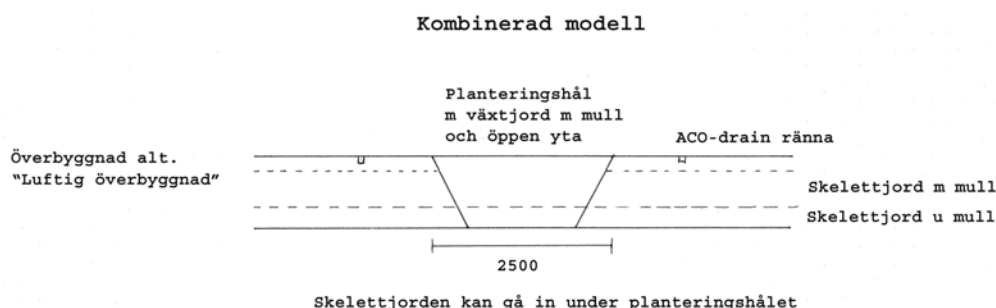
## 8.2 Anläggning av skelettjord

### 1. Välj en modell för skelettjord (Göteborgs, Stockholms eller egen kombination)

Skillnaden mellan dessa modeller är framför allt att Göteborgsmodellen har två skelettjordar, en undre utan mull och en övre med mull. Om terrassen har låg genomsläpplighet som Göteborgs har är det att rekommendera en undre skelettjord utan något mullinnehåll. Har terrassen god genomsläpplighet, inte är kompakterad och en "luftig överbyggnad" görs, ska det inte vara några problem med att ha mull i hela profilen och då fungerar Stockholmsmodellen. Det är att föredra en "luftig överbyggnad" även för Göteborgsmodellen. Göteborgsmodellen föreskriver i originalet ett mothåll för att skydda växtjorden från skelettjorden vid kompakteringen, det gör att kanterna mellan skelettjord och överbyggnad mot växtjorden är tvära, men om kompakteringen är korrekt utförd innebär det att skelettmaterialet har "låst sig" samman och materialet stannar där det är placerat.



Figur 34, Förenklade principsektioner för huvudmodellerna av växtbäddar med skelettjord, observera att modellerna inte är absoluta, de går att kombinera exempelvis enligt Figur 33 (se även Bilaga I) (mått i mm)



Figur 35, Förslag till hur Stockholms och Göteborgs modeller kan kombineras och fungera för samtliga tre blandningsmetoder och med goda förutsättningar för trädet (mått i mm)



## **2. Välj en av blandningsmetoderna (prefab, vattning eller borstning)**

För samtliga metoder, tillför ALDRIG mer jord än vad porvolymen i skelettmaterialet tillåter, ett riktvärde på 80 % fyllnad av porvolymen är lämpligt att sträva efter.

### **Vid anläggande med prefab,**

- ♦ en högre lerhalt går att använda
- ♦ ska hanteras varsamt
- ♦ bör blandas i flera omgångar om det finns risk för att skelettmaterial och växtjord separerar genom lagring/transport
- ♦ skelettmaterial och jord bör klistra sig samman, vilket tillförsel av vatten kan bidra med om materialen är för torra (enligt Kristoffersen & Nilsson, 1998)
- ♦ läggs ut i flera lager, förslagsvis enligt dubbla fraktionsprincipen
- ♦ var noggrann vid utläggning, risk för att blandningen inte blir jämn och fallstudierna tyder på att sättningar kan ske intill planteringslådan med denna metod
- ♦ den blandningsmetod som lämpar sig bäst för terrasser med låg genomsläpplighet (hög lerhalt)

### **Vid anläggande med vattning,**

- ♦ lägg ut och kompaktera skelettmaterialet först, lägg därefter ut jorden
- ♦ använd en låg lerhalt i växtjorden (Stockholm använder nu under 10 vikts- %, mer erfarenhet krävs för att säga något exakt)
- ♦ använd en välhumifierad mull som utgör en andel av runt 5 vikts- % i växtjorden
- ♦ vart packningslager läggs så att topparna av understa skärven precis syns alternativt görs vart lager enligt dubbla fraktionsprincipen
- ♦ lägg ut växtjorden i tunna lager (ca 50 mm)
- ♦ spola ned växtjorden med högt tryck, låt bli att skapa en ”vattmig sörja”
- ♦ när jorden fyllt porerna (till 80 %) läggs nästa packningslager ut och så görs processen om från början tills önskad slutlig tjocklek erhållits
- ♦ undvik denna metod om terrassen har låg genomsläpplighet (ex. lerig eller kompakterad)

### **Vid anläggning med borstning,**

- ♦ torr väderlek krävs
- ♦ både skelettmaterial och jordmaterial måste vara torrt
- ♦ lägg ut och kompaktera skelettmaterialet först (enligt samma sätt som vid vattning)
- ♦ lägg därefter ut växtjorden i tunna lager (ca 50 mm)
- ♦ borsta ned jorden med maskin eller för hand (om optimala förutsättningar finns kan växtjorden nästan bara strös/tippas ut och rinner då ned i skelettmaterialet utan någon borstning (Embrén, Stål; pers. medd.))
- ♦ när jorden fyllt porerna (till 80 %) läggs nästa packningslager ut och så görs processen om från början tills önskad slutlig tjocklek erhållits
- ♦ kräver en växtjord med låg lerhalt, ganska stor andel sand

För alla blandningsmetoder gäller att fraktionerna som väljs ska ha ett tätt spann och bestå av ett icke lättvittrat bergmaterial. Använd ALDRIG samkross som skelettmaterial. En fjärde blandningsmetod är att vibrera ned jorden i det förutlagda skelettmaterialet. Metoden har inte

påträffats i någon större utsträckning under denna rapports tillkomst och det kan därför inte sägas något om hur vibreringen påverkar jordens struktur. Det finns risk för kompakterade skikt av jord.



**Figur 36, Anläggning med stråk av skelettjord mellan träden, Kungsparken/H99-området, Helsingborg (2005-10-12)**

## 9 REFERENSER

### 9.1 Litteratur

Arnold. 1993. *Trees in urban design*. Second edition. Van Nostrand Reinhold. New York. ss. 122 – 129.

Bengtsson, R. 2000. *Stadsträd A – Z*. Svensk byggtjänst.

Bruns Pflanzen. 2004. *Catalogue of trees and shrubs*. Bad Zwischenahn.

Couenberg, E. 1994. Amsterdam Tree Soil. Watson & Neely (eds.) *The Landscape Below Ground. Proceedings of an International Workshop on Tree Root Development in Urban Soils*. Ss 24 – 33.

Couenberg, E. 1998. Urban Tree Soil and Tree-Pit Design. Neely & Watson (eds.) *The Landscape Below Ground II. Proceedings of an International Workshop on Tree Root Development in Urban Soils*. ss 189 – 202.

Craul, P.J. 1992. *Urban soil in landscape design*. John Wiley & Sons Inc. ss. 28 – 29, 96 – 98, 149.

Craul, P.J. 1999. *Urban Soils Applications and Practices*. John Wiley & Sons Inc. ss. 88, 95.

Eriksson, J., Nilsson, I. och Simonsson, M. 2005. *Wiklanders Marklära*. Studentlitteratur. Lund. s. 19.

Freidrich, C.R. 2001. More on structural soils (letter). *Landscape Architecture*. September 2001. s. 36.

Friedrich, C.R. 2006. *Starlite expanded slate structural soil summary*. Tillgänglig: [www.permatill.com](http://www.permatill.com). Hämtad 2006-01-19.

Gatu- & Fastighetskontoret. 2004. *Tjänsteutlåtande GFN 2004-11-02*. GFK Dnr 03-683-1168:9. *Förnyelse av lindalléerna i Kungsträdgården*. Reviderat genomförandebeslut. s. 1.

Grabovsky, J., Bassuk, N. och Marranca, B.Z. 2002. Preliminary findings from measuring street tree shoot growth in two skeletal soil installations compared to tree lawn plantings. *Journal of Arboriculture*, vol. 28, nr 2. ss. 106 – 108.

Hasselfors. 2005. *Analysintyg; jordprov, anläggningsanalys*. Avser leverans Uppsala 9/11 05. Ink. 11/10/05. Exp. 11/24/05.

Hewett, P. 2002. Cohabitation: Designing for people, trees and urban infrastructure. *Parks & Leisure*, vol. 5, nr. 4. s. 19.

Holme, I.M., Solvang, B.K. 1997. *Forskningsmetodik, om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Studentlitteratur. Lund.

Kopinga, J. 1991. The effects of restricted volumes of soil on the growth and development of street trees. *Journal of Arboriculture*. Vol. 17, nr. 3. ss. 57 – 63.

Kopinga, J. 1994. Aspects of the damage to asphalt road pavings caused by tree roots. Ur: Watson & Neely (eds.) *The Landscape Below Ground. Proceedings of an International Workshop on Tree Root Development in Urban Soils*. ss. 165 – 178.

Kozlowski, T.T. 1985. Tree growth in response to environmental stresses. *Journal of Arboriculture*. Vol.11, nr. 4. s.103.

Kristofferssen, P. 1998. *Nye etableringsmetoder for træer i befæstede arealer*. Diss. Den kgl. Veterinær- og Landbrohøjskole, inst. for Økonomi, Skov og Landskab, Sektion for Landskab, forskningscentret for Skov & Landskab. 44 ss.

Kristofferssen, P., Nilsson, K. 1998. Lyckade försök med rotvänlig vägbyggnad. *Utemiljö*, nr 8, 1998. ss. 8 – 12.

Linköpings Kommun. 1994. *Trädplan 1994, avsnitt 2 Trädplantering och trädvård*. s.7.

May, P.B., Smith, K.D. 2002. Understanding and managing urban soils for better tree growth. *Parks & Leisure*, vol. 5, nr. 4. s. 37.

Nieminen, P., Kolisoja, P., Jäniskangas, T., Pajula, J. och Immonen, S. 2002. *Rapportti 53, Kantavat kasvualustat laboratoriotutkimukset*. Tampereen Teknillinen Korkeakoulu. Tampere.

Patel, R., Davidsson, B. 1994. *Forskningsmetodikens grunder, att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Studentlitteratur. Lund. ss. 90 – 101.

Randrup, T.B. 1996. *Plantevækst i forbindelse med byggeri. Planlægningens og projekterings indflydelse på vedplantors vækstvilkår i utilsigtet komprimerede jorder*. Diss. Forskningsserien, nr. 15, 1996. Den Kgl. Veterinær- og Landbrohøjskole. Forskningscentret for skov & landskab. Hørsholm. ss 29.

Raven, P. H. 1999. *Biology of Plants*. Sixth edition. W.H. Freeman and Company. s. 664.

Rolf, K, Moback, U. 1991. *Trädgropar i gatumiljö*. Gröna Fakta C1. Movium. SLU Alnarp. ss 2-3, 7.

Rolf, K. 1993. Skelettjord – ny planteringsjord!. *Utemiljö* nr 3, 1998. ss. 34 – 35.

Rolf, K. 1994. Skelettjord – ny planteringsjord. *Träd-bladet* vol. 1, nr 2. ss. 5 – 6.

Roloff, A. 2001. *Baumkronen, Verständnis und praktische bedeutung eines komplexen naturphänomens*. Euger Ulmer GmbH & Co. Stuttgart.

Pettersson, J. 2005. *Dagvatteninfiltration i växtbäddar – för träd i urbana miljöer*. Examensarbete inom Landskapsingenjörsprogrammet, 2005:15.

- Schröder, K. 1994. Vegetationstechnische Maßnahmen zur Neupflanzung von Bäumen. *Das Gartenamt*, nr 2, 1994. ss. 73 –79.
- Schröder, K. 2000. Wurzelwachstum „kanalisiert“. *Stadt und Grün*, nr 7, 2000. ss. 471 – 473.
- Sorwig, K. 2001. Soil under pressure, why the debate over the merits of structural soil?. *Landscape Architecture*, june. ss. 36 – 42.
- Spilde, I. 2004. *Trær til besvær*. Tillgänglig på:  
[www.forskning.no/Artikler/2004/juni/1087983115.17](http://www.forskning.no/Artikler/2004/juni/1087983115.17). Hämtad 2006-01-25.
- Svensk Byggtjänst, AB. 1972. *Anläggnings AMA 72*. Stockholm.
- Svensk Byggtjänst, AB. 1999. *Anläggnings AMA 98*. Stockholm. ss. 270 – 271.
- Trowbridge, P., Bassuk, N. 2004. *Trees in the urban landscape, site assessment, design and installation*. John Wiley & Sons, inc. Hoboken. Ss. 65 – 71.
- Urban, J. 1989. New techniques in urban tree plantings. *Journal of Arboriculture*, vol 15(11). ss. 281 – 284.
- Watson, G.W., Himelick, E.B. 1997. *Principles and practise of planting trees and shrubs*. International Society of Arboriculture. Mattoon. ss. 157 – 158.
- Veg Tech. 2005. *Vegetationsteknik, systemlösningar och produkter*. Augusti 2005. Vislanda.
- Wiklander, L. 1976. *Marklära*. SLU Service/Repro. Uppsala. ss 82 – 85.

## 9.2 Ritningar

- TRADGR.4 Gatu- & Fastighetskontoret, Stockholm. Vegetation, alternativ 4 trädplantering i hårdgjord yta utan betongram och trädgaller. Sektion. Typritning. 2002-11-15.
- 47 02 513 Gatu- & Fastighetskontoret, Stockholm. Erik Dahlbergsallén. Markplaneringsplan. Med växtförteckning. 2003-11-10.
- 45 35 420 Gatu- & Fastighetskontoret, Stockholm. Kungsholmen. ST:Erik. Trädgröpar i trottoar. Principsektioner.

### 9.3 Personliga meddelanden

De personliga meddelandena har erhållits vid ett eller flera tillfällen under perioden 1 september 2005 till 28 februari 2006.

Bengtsson, Rune. Hortonom. Centrum för Biologisk Mångfald (SLU). Alnarp

Bohman, Lennart. Parkingenjör. Stockholm Stad, Stadsdelsförv. Katarina Sofia.

Dujesiefken, Dirk. Institut für Baumpflege. Hamburg. Tyskland.

Ekbom, Bo. Bygglédare. Konsultgruppen Röda Tråden AB. Stockholm.

Embrén, Björn. Trädspécialist. Stockholm Stad. Trafikkontoret.

Engberg, Rita. Parkplanerare. Uppsala Kommun.

Gustafsson, Eva-Lou. Agronom, Universitetsadjunkt. Sveriges Lantbruksuniversitet. Inst. för Landskap- och Trädgårdsteknik, Alnarp.

Hedenström, Johan. Bygglédare. Rockstore Engineering AB. Stockholm.

Hellqvist, Eva Maria. Trädgårdstekniker. Göteborgs Stad, Park- & Naturförvaltningen.

Kemmler, Anné. Landskapsarkitekt, Projektledare. Stockholm Stad. Trafikkontoret.

Lindqvist, Gary. Trädgårdstekniker. Mark & Miljö AB. Malmö

Lindqvist, Hans. Universitetslektor hortikultur. Sveriges Lantbruksuniversitet. Inst. för Växtvetenskap, Alnarp.

Löfgren, Bo. Projektledare. Stockholm Stad. Trafikkontoret.

Nikkinmaa, Eero. Forskare. Helsingfors universitet. Finland.

Olsson-Sjöberg, Anders. Konsulterande arborist. Arbor Konsult. Stockholm.

Pedersen, Per Anker. Dr. scient. Universitetet för miljø- och biovetenskap. Ås. Norge.

Pettersson, P-O. Arbetsledare. Uppsala Kommun.

Rolf, Kaj. Landskapsarkitekt, Universitetsadjunkt. Sveriges Lantbruksuniversitet. Inst. för Landskap- och Trädgårdsteknik, Alnarp.

Schnackenburg, Walter. Pensionerad projektledare. Stockholm Stad. Trafikkontoret.

Schröder, Klaus. Dipl. Ing. Stadt Osnabrück. Meddelande direkt via Ö. Stål.

Stål, Örjan. Trädgårdstekniker. SWECO VBB. Växjö.

Welander, Torkel. Forskare. Sveriges Lantbruksuniversitet. Inst. för Sydsvensk Skogsvetenskap. Alnarp.

### 9.4 Figurförteckning

Figur 2, fotografi taget av Kaj Rolf, 2004; beskuret av Pettersson, 2006

Figur 3, fotografi taget av Örjan Stål, 2005, beskuret av Pettersson, 2006

Figur 14, se hänvisning till ritning

Figur 15, se hänvisning till ritning

Figur 18, se hänvisning till ritning

Figur 21, fotografi taget av Björn Embrén 2003/04, redigerat av Pettersson 2006

Figur 22. fotografier tagna av Bo Ekbom 2004

Figur 26, se hänvisning till ritning

Figur 32, fotografi taget av Örjan Stål, beskuret av Pettersson, 2006

Övriga fotografier, modeller, principer och diagram är skapade av författaren.







# **BILAGOR**

Kungsträdgården: A

Tegelviksgatan: B

St:Eriks området/Grubbensringen: C

Erik Dahlbergsallén: D

Erstagatan: E

Brantingstorg, Uppsala: F

Teknisk Handbok, Stockholm: G

Intervjuer: H

Principsektioner: I



**BILAGA A**

**KUNGSTRÄDGÅRDEN  
KARL XII: s TORG**



## Kungsträdgården

Utdrag ur mängdförteckning (Gatu- & Fastighetskontoret, 1996), med relevanta stycken för denna rapport.

- B5.4 Jordschakt för hårdgjord yta
- Vid dimensionering av överbyggnader har förutsatts att undergrunden består av material ur grupp C och D1 i tab C/2.  
Dräneringsförhållanden har för anbudet förutsatts vara normaldränerad terrass.
- Avviker materialet i undergrunden från det förutsatta ska entreprenören omgående meddela beställaren.
- B5.5 Jordschakt för vegetationsyta
- Vid alla schaktningsarbeten i mark för vegetationsytor skall tillses att packning undviks. Schaktning får endast utföras på väl upptorkad jord. Sten uppstickande mer än 50mm från schaktbotten avlägsnas. All lös sten avlägsnas.
- Före utläggning av överbyggnad ska luckring av schaktbotten utföras för ett djup av 200mm.
- Vid överbyggnadsdimensioneringen har materialgruppen i undergrunden förutsatts vara ur grupp 13 och 14, tab. C/3. Avviker materialet från detta ska beställaren omgående meddelas.
- D1.4 Materialskiljande lager bärlager eller jordöverbyggnad
- Mellan gallerdurk över trädgrop och sättgrus för smågatsten utföres materialskiljande lager av geotextil. Geotextilen ska ha en vattengenomsläpplighet som är större än  $1 \times 10^{-14}$  m/s.
- D3 VEGETATIONSYTOR
- D3.1 Växtbädd
- Terrassytor ska luckras till 200mm djup före utförande av växtbädd. Terrassytor ska avjämnas och jordklumpar större än 50mm ska sönderdelas eller avlägsnas.
- D3.11 Växtbädd typ 1, påförd jord
- Jordklumpar större än 100mm ska sönderdelas samt stenar större än 50mm borttas.
- Jordprov ska tas tillsammans med beställare eller beställarens ombud. Proven ska tas så att all jord analyseras.
- Resultatet av jordanalys skall överlämnas till beställaren innan växtbädden utförts. Analysen skall visa viktprocent ler, silt, sand och grus i jordmaterial med kornstorlek mindre än 20mm (alternativtredovisa kornkurva), mullhalt, torr volymvikt (torrdensitet) samt ledningstal (it), pH och näringsinnehåll. För tillverkad jord skall dessutom överlämnas uppgift om fabrikat, samt utförd eller av tillverkaren rekommenderad kalkning och gödsling.
- Växtjorden skall vara aggregerad. Aggregaten skall vara mindre än 30mm. Huvuddelen av aggregaten får dock inte vara mindre än 3mm.

Luckrade och bearbetade ytor ska vara vattengenomsläppliga och godkända av beställaren innan växtbädden byggs upp.

Jord skall läggas ut så att växtbädden inte packas. Växtjord skall vara helt fri från levande rötter av flerårigt ogräs. Kemisk ogräsbekämpning får utföras endast med biologiskt nedbrytbara medel, bekämpningsklass I (ex round up). Som växtjord får naturligt bildad jord och tillverkad jord användas. Växtjord skall uppfylla följande allmänna krav.

Textur	Viktprocent	Kornstorlek mm
Ler	13-17	-0,002
Finmjäla	3-9	0,002-0,006
Grovmjäla	3-9	0,006-0,02
Finmo	8-12	0,02-0,06
Grovmo	20-30	0,06-0,2
Mellansand	17-29	0,2-0,6
Grovsand	5-15	0,6-0,2
Grus	0-10	2-20
Mull	8-15	

Krav på mullämnen:

- Vitmossetorv, humifieringsgrad H3-H8

Vid humifieringsgrad H3 ska mullhalten uppgå till 15 % och vid humifieringsgrad H8 till 8 %.

- Kompostjord, ska ha en kol-kvävekvot om 10-15. Kompostjord ska vara fri från rotoogräs.

Rötslam får ej användas i mullhaltshöjande syfte då det normalt fodras stora mängder och att tungmetallhalterna därmed riskerar att bli för höga.

Riktvärden för mängden grundämnen i mg/lit lufttorr jord enligt analys med spurwaymetoden ska vara:

- pH 6,0 – 7,0, ledningstal (LT) 1,5-3,0
- kväve (NO<sub>3</sub>-N) 20-40
- fosfor (P) 30-50
- kalium (K) 100-160
- kalcium (Ca) 800-1200
- magnesium (Mg) 120-150

Analys av växtbädden ska utföras av entreprenören i samråd med beställaren efter jordförbättring och före plantering.

Växtjord utföres i följande tjocklekar:

Gräsyta	200mm	
Planteringsyta	350mm	
Träd	400mm	450m <sup>2</sup>

I trädgrop utföres underliggande jord med samma sammansättning som växtjord men utan mullinnehåll.

Träd underliggande jord 400mm 450m<sup>2</sup>

- D3.18 Speciella växtbäddar
- D3.183 Skelettjord för träd

Skelettjorden utföres mellan planteringsgropar längs trädraderna.

Skelettjorden är en jord som kan packas samtidigt som växtjorden kan hållas lucker och syresatt.

Skelett: krossat bergmaterial 80-120mm. Fraktionen ska hållas så ensartad som möjligt.

Växtjord: enligt D3.11

Skelettjorden blandas före utläggning så att hålrummen mellan bergmaterialet fylls med växtjord.

Utläggning sker i lager om ca 20cm som packas med vibratorplatta.

Efter slutförd packning ska hålrummen vara jordfyllda utan att vara packade.

Skelettjord 400mm 740m<sup>2</sup>

Underliggande skelettjord utan mull  
350mm 740m<sup>2</sup>

D3.32

Plantering av plantskoleväxter

a) Växter med klump eller i behållare

Växter med klump ställs i vatten före planteringen så länge att vatten hinner tränga in i hela klumpen (2 tim).

Behållare genomvattnas omsorgsfullt.

Emballering runt jordklumpen ska öppnas före planteringen. Är den av material som ej multnar tas den bort utan att klumpen skadas.

D3.321

Plantering av växter

*Träd*

Tilia cordata 'Rancho' alléträd so 30-35 –  
smalkronig skogslind 5-6x ompl. med klump  
69 st.  
Fall A

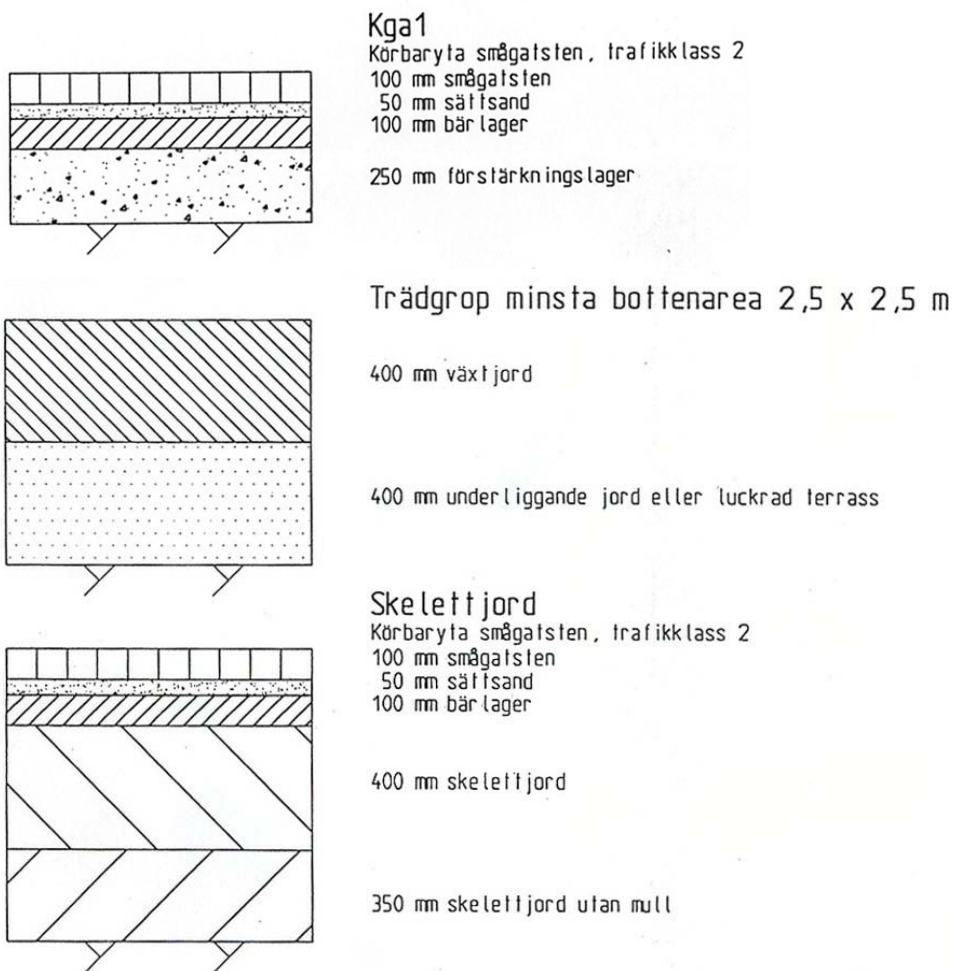
D3.524

Vattning av träd, buskar m.m.

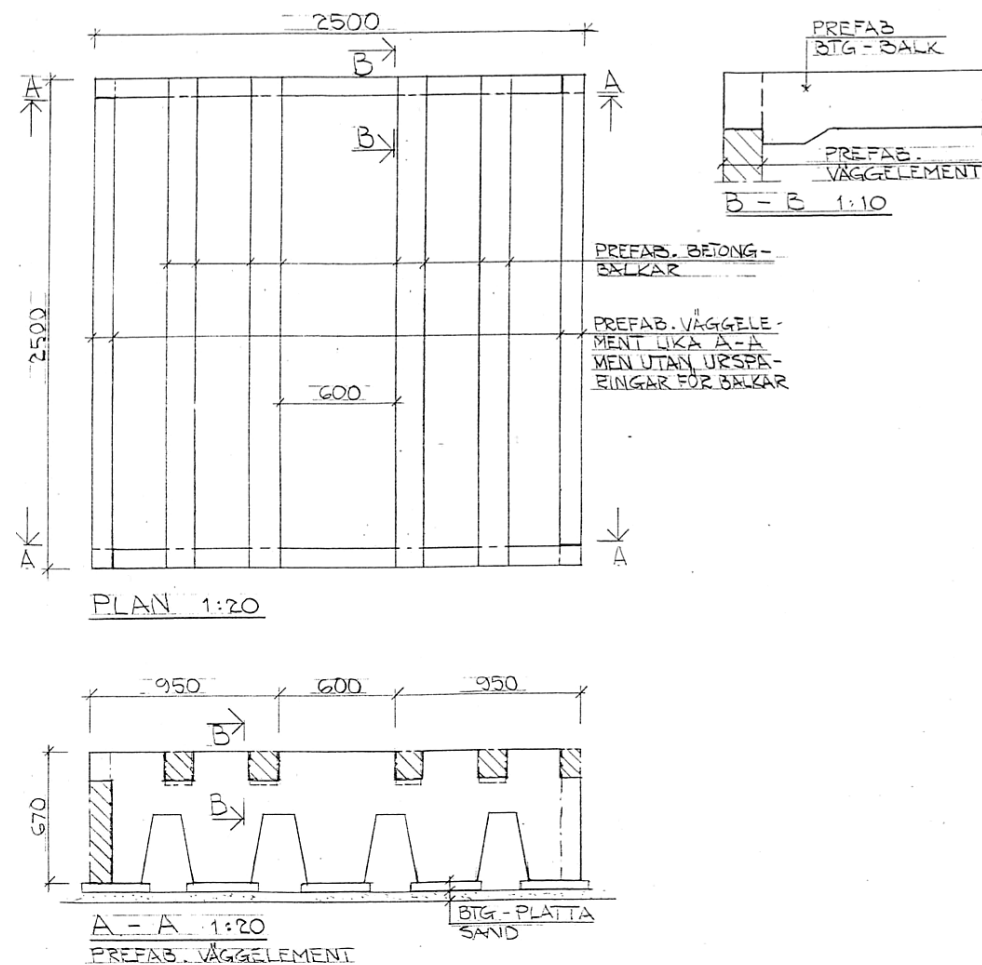
Bevattningsanläggning kommer att utföras i sidoentreprenad.

Samordning ska ske med denna.

Planteringsytorna genomvattnas väl min 20 mm per bevattningstillfälle, omedelbart efter planteringen och därefter 2ggr/vecka till etableringsbesiktningen är genomförd. Vatten ska påföras så att jorden ej eroderar.

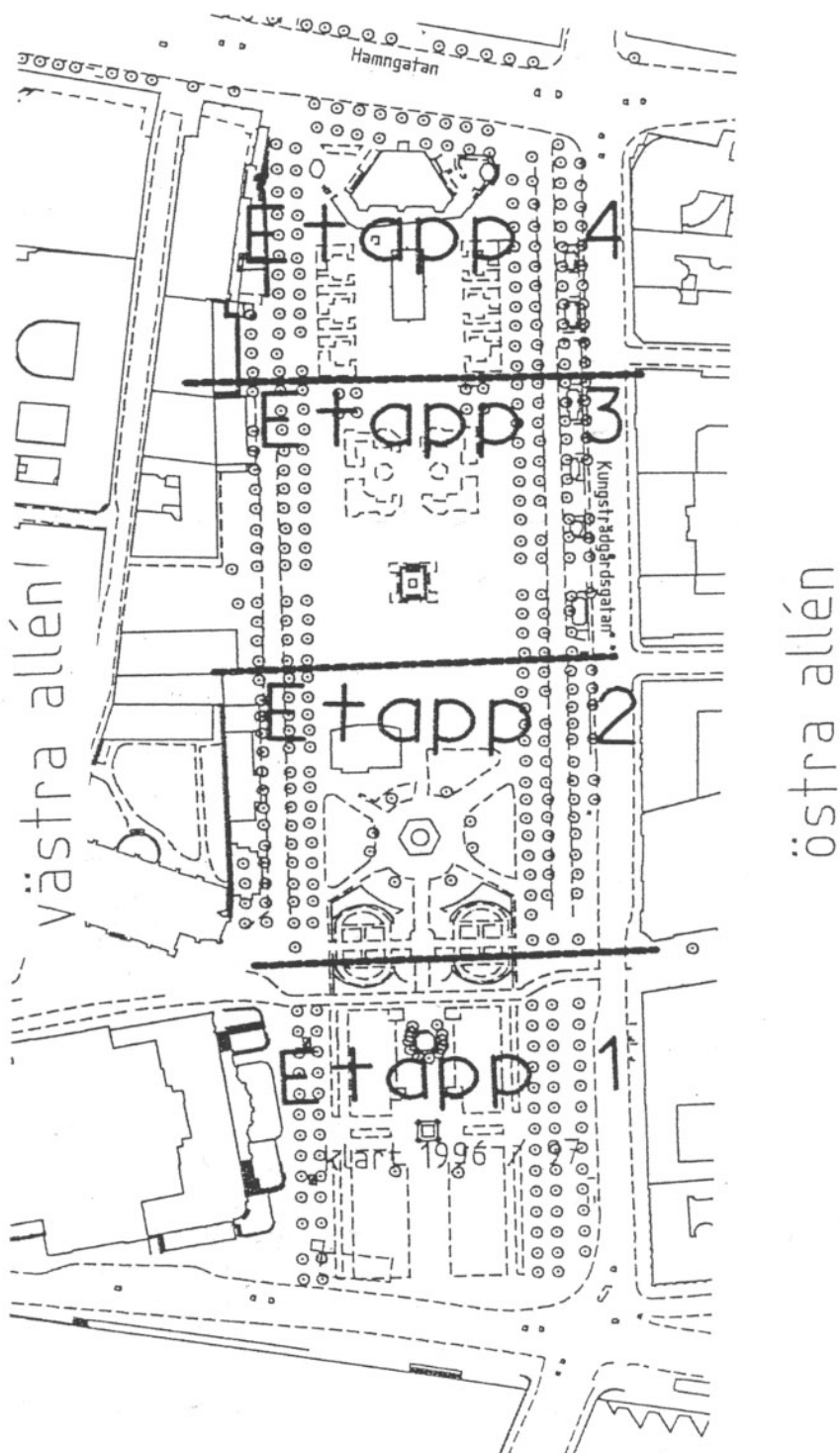


Figur 1, Sektioner (ritning 56.14.517)

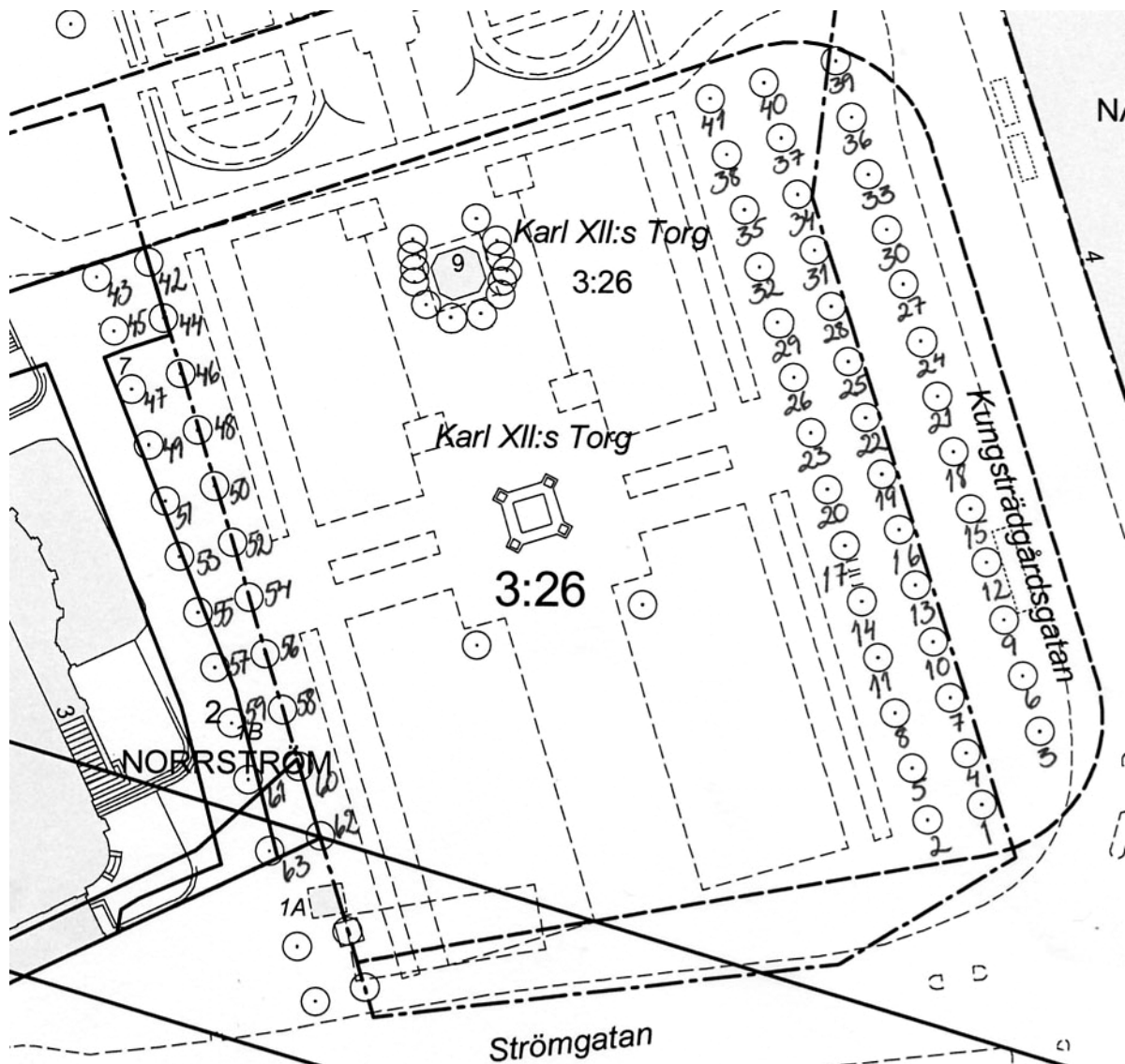


Figur 2, Ritning av betongelement planteringsgrop (ritning S1)





Figur 3, Översikt över hela Kungsträdgården med alla etapp indelningar, undersökta träd tillhör etapp 1 (Gatu- & Fastighetskontoret, 1997)



Figur 4, Plan över Kungsträdgården, med träden numrerade

## Referenser

Gatu- & Fastighetskontoret, Stockholm. 1996. Mängdförteckning. Kungsträdgården om- och nybyggnad av södra delen.

Gatu- & Fastighetskontoret, Stockholm. 1997. Tjänsteutlåtande 1997-08-08. Förnyelse av alléerna i Kungsträdgården, förslag till beslut. Beslut GFN 1997-09-16 § 15. Bilaga 1.

## Ritningar:

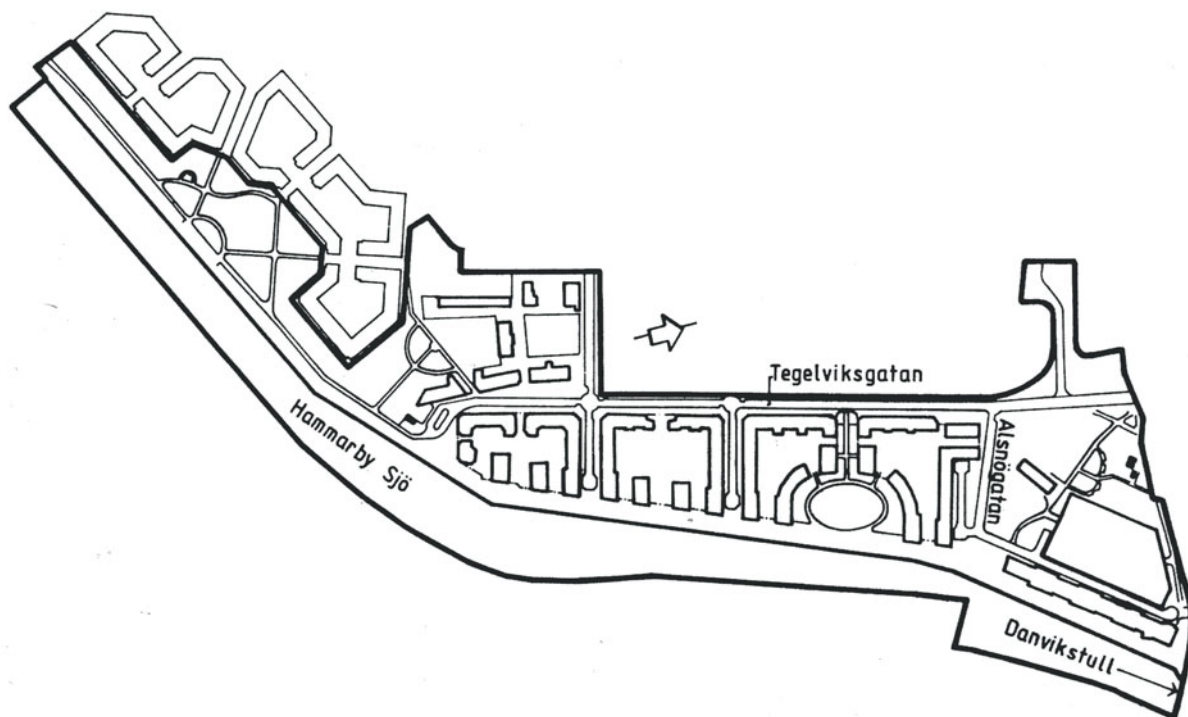
56.14.517 Gatu- & Fastighetskontoret, Stockholm. Kungsträdgården, Om- och tillbyggnad av södra delen. Detaljritning. Slutgranskad 1996-04-23.

S1 Kungsträdgården. Om- & tillbyggnad av södra delen. Planterinslåda för träd. Förslagsskiss. 960312-

**BILAGA B**  
**TEGELVIKSGATAN**



## Tegelviksgatan



### Utdrag ur mängdbeskrivning Kv. Mandeln Tegelviksgatan – Nackagatan (Ettapp 1998, Tegelviksgatan mellan Tengdahlsgratan och Nackagatan)

- C1.49 Specialjord (skelettjord)  
Avser fyllning med specialjord i Tegelviksgatan enligt normalsektion och beläggningsritning.

Specialfyllningen utförs enligt Teknisk Handbok avsnitt 7204/4.

- 1/3 finkornigt material ur grupp 13a, tabell D/2 i Mark AMA 83 med tillägg:  
Lerhalt 10-15 viktsprocent, mullhalt 3-5 viktsprocent. Mullen ska vara välhumifierad
- 2/3 krossade lecablock 65-120mm

Skelettjorden blandas väl och påföres i lagertjocklekar på 200-250 mm med komprimering och vattning av varje lager. Efter vattningen ska varje lager kompletteringsfyllas med ovan specificerad jord. Massorna får inte tippas från hög höjd på grund av risken för fraktionering av materialet. Trädgropar i skelettet ska förses med tillfällig droppbevattning.

- |    |                        |                    |
|----|------------------------|--------------------|
| .1 | Förskriven skelettjord | 315 m <sup>3</sup> |
|----|------------------------|--------------------|

#### D3 VEGETATIONSYTOR

##### D3.18 Speciella växtbäddar

Växtbädd för plantering av träd i hårdgjord yta. Växtbädden består av ytmaterial, ytjord, mineraljord och skelettjord enligt teknisk handbok 7204 och 7209.

Ytmaterial, ärtsingel Ø 8-18mm, tj = 100mm  
Ytjord enligt typritning 7204, tj = 300mm  
Mineraljord enligt typritning 7204, tj = 300mm  
Skelettjord enligt typritning 7204. (ersätts i C1.49)

- |    |                     |        |
|----|---------------------|--------|
| .1 | Växtbädd i trädgrop | 18 st. |
|----|---------------------|--------|

komplett inkl dräneringsrör d 100mm

Schakt ersättes under B5.4

Betongstöd, betongunderlag, trädgaller och trädskyddsbåge ersätts under D6.8

D3.32 Plantering med plantskoleväxter

Beställaren ska ges möjlighet till leveranskontroll av växtmaterialet. Växterna ska omedelbart efter leverans till byggarbetsplatsen vattnas, täckas och skyddas mot uttorkning. Växter som inte kan planteras direkt efter leverans, ska omgående jordslås på skuggig plats. Jordslagna växter ska dagligen vattnas före plantering.

Vid plantering ska rotsystemet breddas ut och väl rymmas i planteringsgropen. Planteringsdjupet ska om inte annat anges vara lika med planteringsdjupet i plantskolan. Marken genomvattnas i samband med planteringen. Säckväv kring klumpen löses upp men tas inte bort.

D3.322 Plantering av lövfällande träd

.1 Lind, *Tilia cordata* Rancho,  
stamomfång 20 – 25 cm

18 st.

D3.5 Färdigställandeskötsel

Gäller fram till slutbesiktningen.

Kompletteringsplantering utförs. Döda växter ska bytas ut. Sjuka eller angripna växter ska omedelbart avlägsnas och ersättas. Kemisk bekämpning får inte utföras. Flerårigt rotagräs får inte förekomma.

Träd buskar m.m.

Ogräsbekämpning ska utföras regelbundet, minst 2 ggr/månad under växtperioden (maj-oktober). Rensning ska ske manuellt, t.ex. med skyffeljärn. Vid träd ska juteväv runt stammar samt uppbindning ses över.

Efter plantering vattnas 2 ggr med 2 dagars mellanrum, därefter vid torkperioder (nederbörd understigande 25 mm/vecka). Vid planteringsytor ska minst 10 mm vatten tillföras per bevattningsomgång. Vid träd ska minst 50 l vatten/träd tillföras per bevattningstillfälle. Vattning utförs med rotbevattnare. Juteväv kring stam ska bli ordentligt genomblöt vid varje bevattningstillfälle.

D3.83 Skötsel av träd under garantitiden

Varje år utförs:

- mekanisk ogräsbekämpning
- vattning vid behov
- uppbyggnadsbeskäring av samtliga trädkronor av fackman
- kontroll och justering av stöd och uppbindningar
- vår och sommargödsling

Vattning utföres vid torka (nederbörd understigande 25 mm/vecka) i sådan omfattning att jorden genomfuktas väl. Vid planteringsytor ska minst 10 mm vatten tillföras per bevattningsomgång. Vid träd ska minst 50 l vatten/träd tillföras per bevattningstillfälle. Vattning utförs med rotbevattnare.

Bekämpning av ohyra på träd och buskar ska ske i samråd med beställaren. Kemisk ogräsbekämpning får inte förekomma.

**Utdrag ur Mängdbeskrivning Kv. Mandeln Tegelviksgatan – Nackagatan – Kajplan  
(Etapp 2000, Tegelviksgatan mellan Nackagatan och trappuppgång från Mandelparken)**

Beskrivningen följer föregående beskrivning. Nedan följer mängd kompletteringar som gäller för etappen.

C1.491 (C1.49)	.1 .1 i föregående beskrivning)	Fyllning med skelettjord	250 m <sup>3</sup>
D3.18	.1	Speciella växtbäddar Växtbädd i trädgrop komplett inkl dräneringsrör d 100mm	12 st.
D3.322	.1	Plantering av lövfällande träd Lind, Tilia cordata Rancho, Skogslind, stamomfång 20 – 25 cm	12 st.

**Utdrag ur Mängdbeskrivning Norra Hammarbyhamnen Tegelviksgatan  
(Etapp (2000) 2001, Tegelviksgatan mellan trappuppgång Mandelparken och Alsnögatan)**

D3	Vegetationsytor	Växtjord ska vara väl aggregerad och får ej innehålla jordklumpar större än 100 mm samt stenar större än 50 mm.	
D3.1	Växtbädd	Växtbäddar ska utgöras av ett homogent lager växtjord som vilar på en terrass.  Lagertjocklekar för planteringsytor och för trädgropar ska i varje enskilt fall bestämmas i samråd med beställaren.  Växtjord ska uppfylla nedanstående krav:  2. Ytjord för näringskrävande växter Avser växter med stora krav på näring, jordart, vattentillgång m.m. Normal till intensiv skötsel.  Mullhalt: 5 – 10 vikts- % PH – värde: mellan 6,0 och 7,0 Halten finpartiklar, 0 – 0,002 mm ska vara mellan 10 – 20 vikts-% Grovt material, 2 – 20 mm, ska vara 5 vikts-%  Näringsinnehåll vid AL-analys (mg/100g lufttorr jord) ska vara enligt klass III-jordar: Fosfor, P: 8 – 16 Kalium, K: 16 – 32 Magnesium, Mg: 8 – 16 Kvoten K/Mg bör ligga mellan 1 – 2  Näringsinnehåll vid andra analysmetoder: Ledningstal, Lt: 1,5 – 3,0 Sulfidsvavel: 0 – 15  3. Mineraljord Mineraljord ska bestå av massor ur grupp 12b – 13b enligt tabell D/2 i Mark AMA 83. Mullhalten ska vara mellan 1,5 och 5 vikts-% (lerfattiga sandjordar, grusiga moräner, lerig siltjord, lättlera).	

#### 4. Terrass

Terrassen ska till ett djup av minst 200 mm bestå av massor ur grupp 12b – 14a enligt tabell D/2 i Mark AMA 83.

Uppfyller befintlig terrass ej ovanstående krav ska de översta 200 mm ersättas med godtagbart material.

Används befintlig terrass ska denna luckras till ett djup av minst 200 mm.

Luckring ska ske genom att massorna lyfts upp och släpps ner igen. Jordens struktur ska helt slås sönder. Luckring får ej ske genom blandning.

D3.18

#### Speciella växtbäddar

Växtbädd för plantering av träd i hårdgjord yta enligt detalj på ritning 268 476 innefattande:

- Ytmaterial, ärtsingel Ø 8-18mm, tj = 100mm
- Fiberduk av bruksklass 2
- Ytjord för näringskrävande växter, tj = 300mm
- Mineraljord enligt D3.1, tj = 300mm
- Skelettjord (ersätts i C1.49)

Schakt ersättes under B5.4

Betongstöd, betongunderlag, trädgaller och trädskyddsbåge ersätts under D6.8

- |    |                                                            |        |
|----|------------------------------------------------------------|--------|
| .1 | Växtbädd i trädgrop<br>komplett inkl dräneringsrör d 100mm | 16 st. |
|----|------------------------------------------------------------|--------|

D3.32

#### Plantering med plantskoleväxter

Beställaren ska ges möjlighet till leveranskontroll av växtmaterialet. Växterna ska omedelbart efter leverans till byggarbetsplatsen vattnas, täckas och skyddas mot uttorkning. Växter som inte kan planteras direkt efter leverans, ska omgående jordslås på skuggig plats. Jordslagna växter ska dagligen vattnas före plantering.

Vid plantering ska rotsystemet bredas ut och väl rymmas i planteringsgropen. Planteringsdjupet ska om inte annat anges vara lika med planteringsdjupet i plantskolan. Marken genomvattnas i samband med planteringen. Säckväv kring klumpen löses upp men tas inte bort.

D3.322

#### Plantering av lövfällande träd

- |    |                                                                                                                                 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| .1 | Lind, Tilia Cordata Rancho, smalkronig skogslind, stamomfång 25 – 30 cm enligt växtförteckning på ritning 268 006 samt 268 371. |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

D3.5

#### Färdigställandeskötsel

Gäller fram till slutbesiktningen.

Kompletteringsplantering utförs. Döda växter ska bytas ut. Sjuka eller angripna växter ska omedelbart avlägsnas och ersättas. Kemisk bekämpning får inte utföras. Flerårigt rotogräs får inte förekomma.

Träd buskar m.m.

Ogräsbekämpning ska utföras regelbundet, minst 2 ggr/månad under växtperioden (maj-oktober). Rensning ska ske manuellt, t.ex. med skyffeljärn. Vid träd ska juteväv runt stammar samt uppbindning ses över.

Efter plantering vattnas 2 ggr med 2 dagars mellanrum, därefter vid torkperioder (nederbörd understigande 25 mm/vecka). Vid planteringsytor ska minst 10 mm vatten tillföras per bevattningsomgång. Vid träd ska minst 50 l vatten/träd



tillföras per bevattningstillfälle. Vattning utförs med rotbevattnare. Juteväv kring stam ska bli ordentligt genomblöt vid varje bevattningstillfälle.

D3.83

Skötsel av träd under garantitiden

Varje år utförs:

- mekanisk ogräsbekämpning
- vattning vid behov
- uppbyggnadsbeskrning av samtliga trädkronor av fackman
- kontroll och justering av stöd och uppbindningar
- vår och sommargödsling

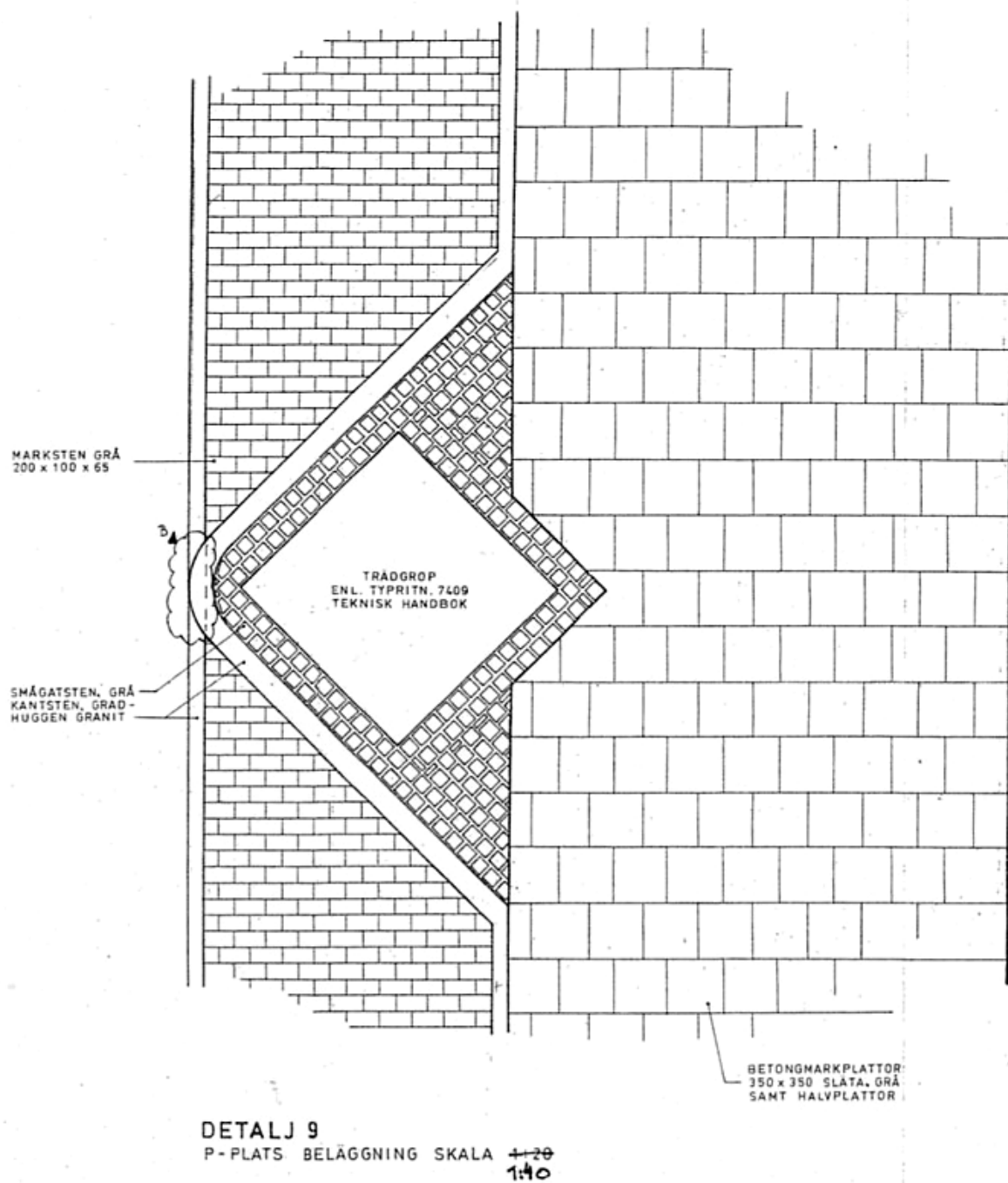
Vattning utföres vid torka (nederbörd understigande 25 mm/vecka) i sådan omfattning att jorden genomfuktas väl. Vid planteringsytor ska minst 10 mm vatten tillföras per bevattningsomgång. Vid träd ska minst 50 l vatten/träd tillföras per bevattningstillfälle. Vattning utförs med rotbevattnare.

Bekämpning av ohyra på träd och buskar ska ske i samråd med beställaren. Kemisk ogräsbekämpning får inte förekomma.

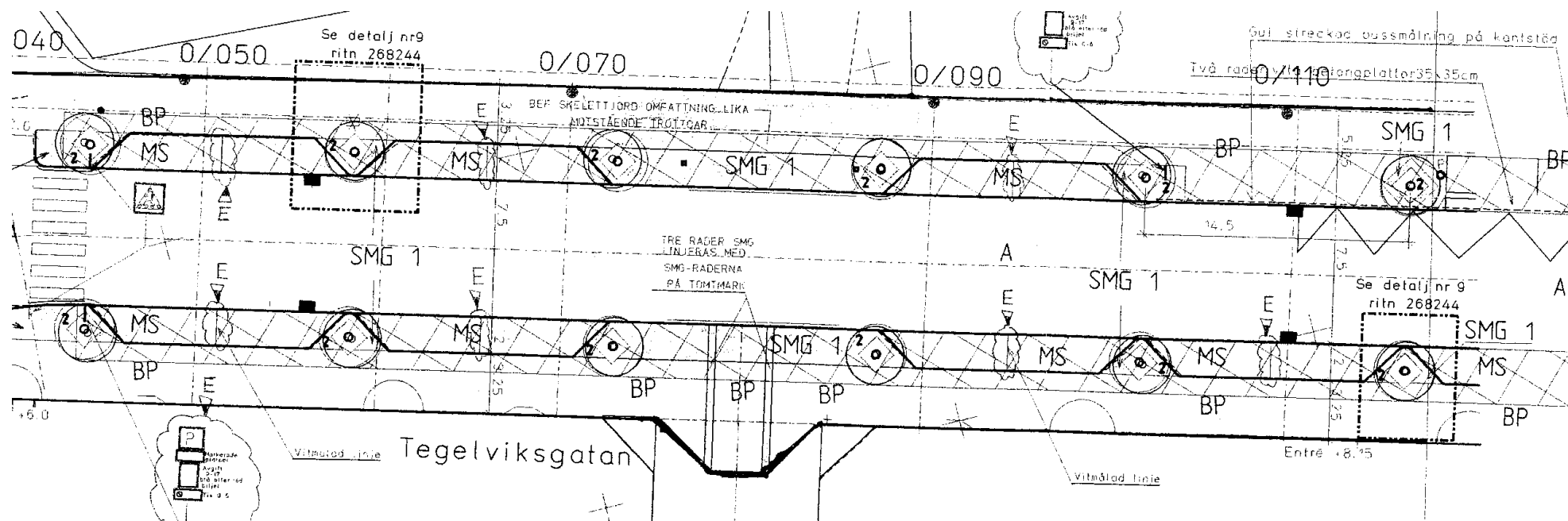
.1

Skötsel av träd under garantitid

2 år



Figur 1, Detalj Trädgrop, P-plats, Trottoar (ritning 268 244, ej skalenlig)

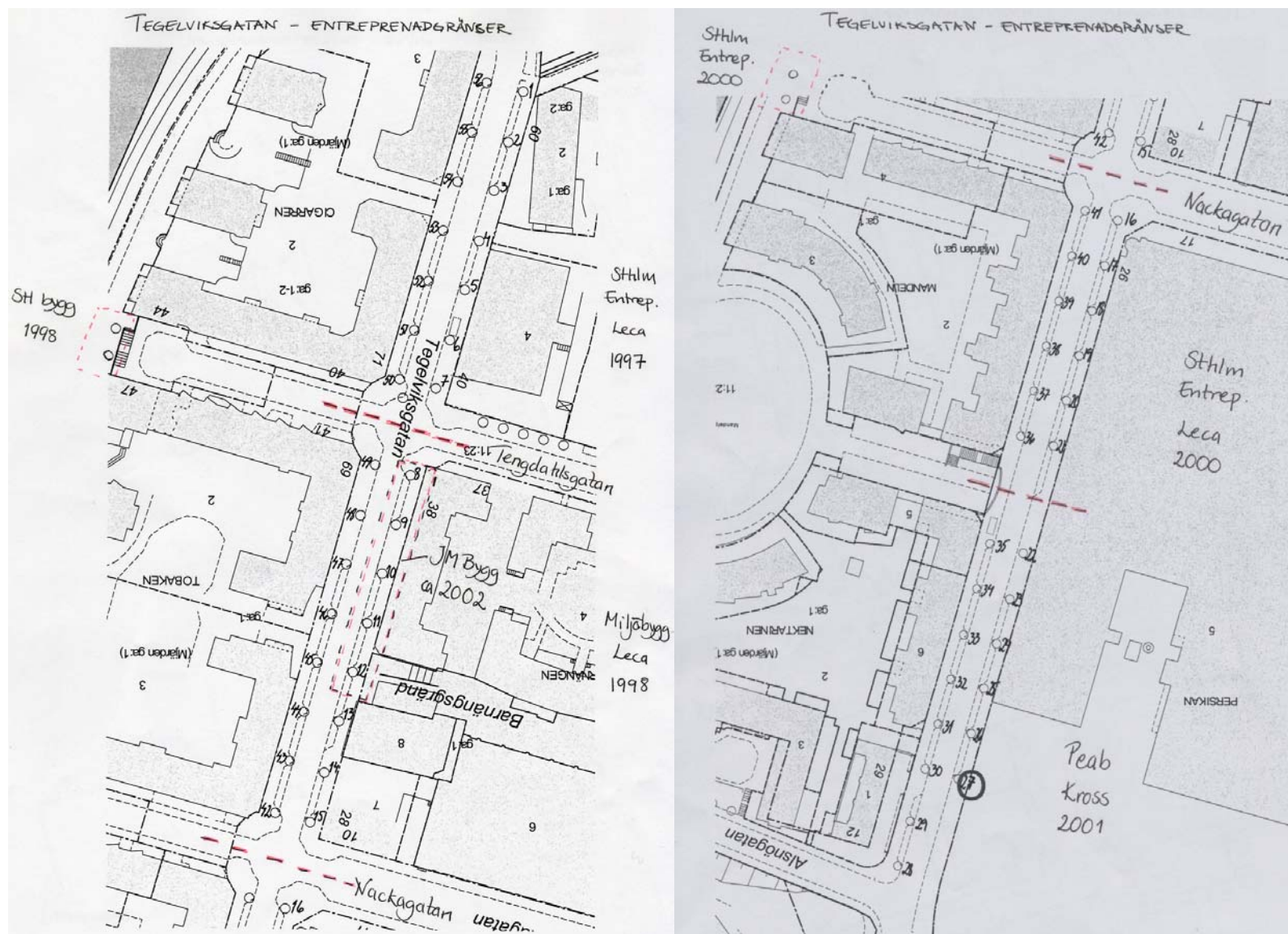


Figur 2, Planritning över del av Tegelviksgatan (ritning 268 424, ej skalenlig, är likvärdig med ritningar 268 006, 268 371 m.fl.)

Förklaring:

Rutade områden visar skelettjordens utbredning

Mellan träden visas P-platser.



Figur 3, Plan över Tegelviksgatan med angivna entreprenad etapper och undersökta träd's placering

## Referenser

### Mängdbeskrivningar:

Gatu- & Fastighetskontoret, Stockholm, Kv. Mandeln Tegelviksgatan – Nackagatan, ss. C/1, D/3 – D/5.

Gatu- & Fastighetskontoret, Stockholm, Kv. Mandeln Tegelviksgatan – Nackagatan – Kajplan, ss. C/1, D/4 – D/6.

Gatu- & Fastighetskontoret, Stockholm, Norra Hammarbyhamnen Tegelviksgatan, ss. D/16 – D/21

### Ritningar:

268 424      Gatu- & Fastighetskontoret, Stockholm. Södermalm, Kv. Mandeln, Tegelviksgatan, Beläggningar, Trafikanordningar. Arbetshandling. Skala 1:400. 1997-03-26.

268 244      Gatu- & Fastighetskontoret, Stockholm. Södermalm, Kv. Mandeln, Tegelviksgatan, Detalj 8 – 10. Skala 1:40 (detalj 9) Arbetshandling. 1996-06-24.



**BILAGA C**

**ST:ERIK / GRUBBENSRINGEN**





**Utdrag ur mängdbeskrivning (Gatu- och Fastighetskontoret, 1998) avseende park- och gatuarbeten.**

D2 Beläggning av smågatsten  
D2.411 Beläggning av smågatsten  
Se Teknisk Handbok.

Gäller trädgropar (6st ”öar” samt södra övergångsstället) längs den inre trottoaren på Östra Grubbensringen. Se ritning 29365 (detalj 7) samt ritning 26366 (detalj 9). 50mm sättsand ingår. SIS 221811, (ny sten).

D3 VEGETATIONSYTOR

D3.1 Växtbädd

D3.11 Växtbädd typ 1 och 2, påförd jord

Växtbädden ska utgöras av ett homogent lager växtjord som vilar på en terrass. Utförande enligt typritning 45.34.420. växtjorden ska uppfylla nedanstående krav.  
Växtjord med organiskt material (ytjord)  
Mullhalt: 10-15 viktprocent  
PH-värde mellan 6,5 och 7.  
Halten finpartiklar, 0-0,002mm skall vara mellan 10-20 viktprocent.  
Halten grovt material, 2-20mm, skall vara minst 40 viktprocent.  
(Lerig sandjord – sandig lerjord).

Ingår i D3.4211

Växtjord utan organiskt material (mineraljord)

Mineraljorden skall bestå av massor ur grupp 12b – 13b enligt Mark AMA 83 tabell D/2. Mullhalten 1,5-2 viktprocent (Lerfattiga sandjordar, grusiga moräner, lerig siltjord, lättlera).

Ingår i D3.4211.

Terrass

Terrassen skall till ett djup av minst 200mm bestå av massor ur grupp 12b – 14a enligt tabell D/2, Mark-AMA 83. Uppfyller befintlig terrass ej ovanstående krav, skall de översta 200mm ersättas med godtagbart material. Används befintlig terrass skall denna luckras upp till ett djup av minst 200mm. Efter luckring får ej jordklumpar större än 100mm förekomma.

Ingår i D3.4211

D3.32 Plantering med plantskoleväxter

Träd tillhandahålles av beställaren.

De levereras från plantskola till entreprenören.

Beställaren skall kontaktas i god tid före leverans för att vid leverans kunna utföra leveranskontroll.

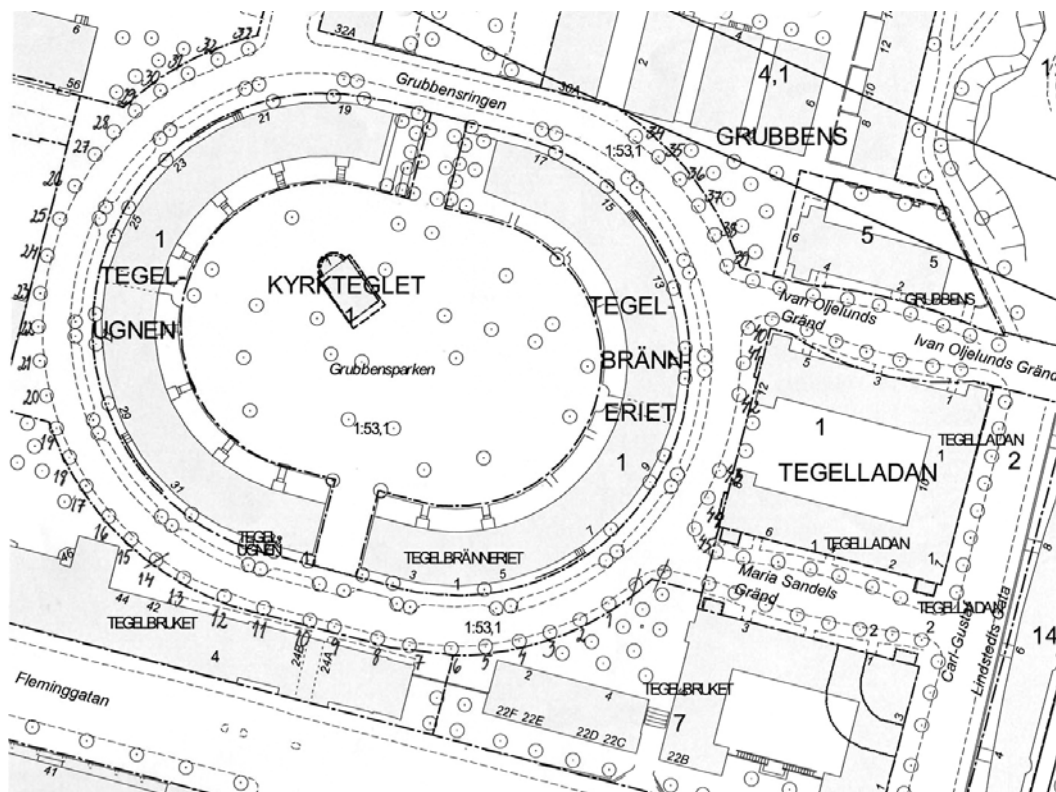
Växterna skall omedelbart efter leverans till byggplatsen, vattnas, täckas och skyddas mot uttorkning. Växter som inte kan planteras direkt efter leveransdagar, skall omgående jordslås på skuggig plats. Jordslagna växter skall vattnas dagligen innan plantering.

Vid plantering skall rotsystemet bredas ut väl och rymmas i planteringsgropen. Planteringsdjupet skall om inte annat anges, vara lika med planteringsdjupet i plantskolan. Marken genomvattnas i samband med planteringen. Säckväv kring klumpen löses upp men tas inte bort.

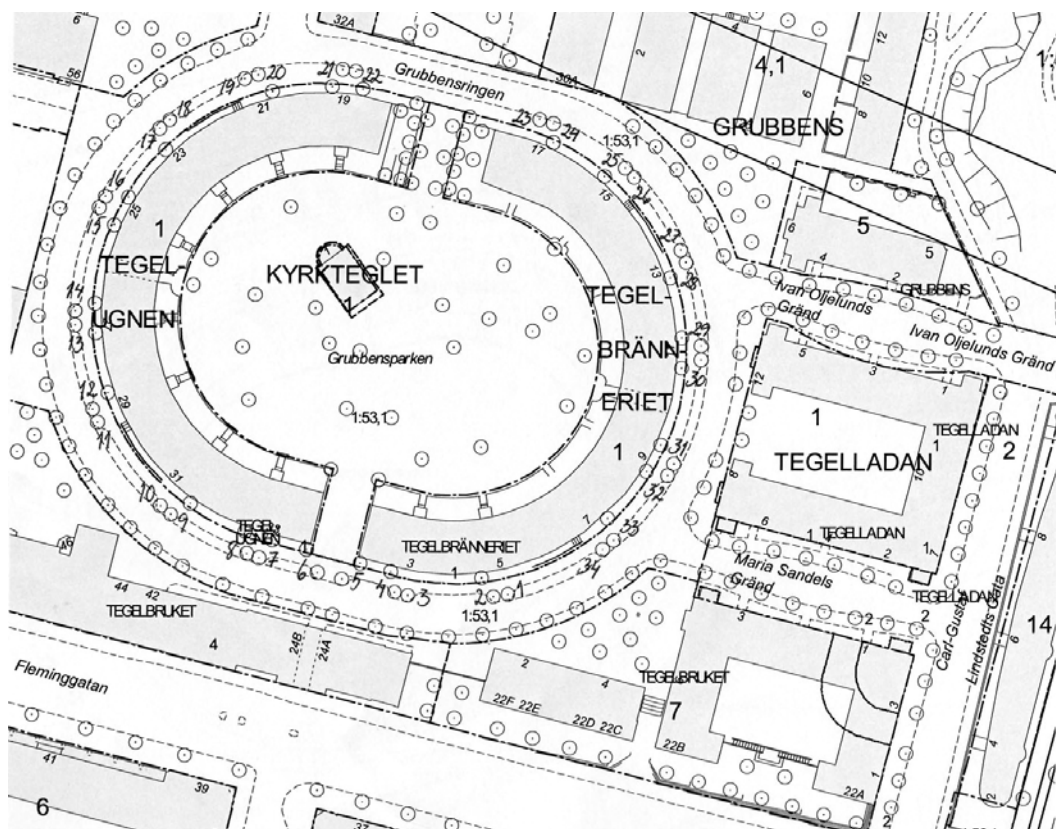
D3.322	Plantering av lövfällande träd Träd tillhandahålles av beställaren.	151st
D3.411	Stöd för stamträd Enligt Teknisk Handbok typritning 7213.	
D3.4211	Trädgropskonstruktion för hårdgjord yta Trädgropskonstruktioner (slutligt utförande) enligt detaljritning 45.34.420. Pollare typ Järn i offentlig miljö nr 256 320 ingår (gäller Grubbensringen) enligt ritning 29365. Typ (bef.) enligt planritning 30300:4	
	Typ 1. Idag: ej utförd alls. 5st trädlådor finns att använda.	25st
	Typ 2. Idag: Sandfyllda med trädgaller monterat.	2st
	Typ 3. Idag: Sandfyllda, översta 200mm är bärlager.	48st
	Typ 4. Idag: 500mm mineraljord underst, resterande 500mm är grus. Jorden kan utnyttjas om den uppfyller kraven enligt D3.11.	16st
	Typ 5. Idag: Sandfyllda med gruslager på ytan.	22st
	Typ 6. Idag: Sandfyllda, översta 500mm är AG-lager.	38st
D3.5	Färdigställandeskötsel Gäller fram till slutbesiktning. Komplettering utförs, d.v.s. döda växter byts ut och svampangripna växter avlägsnas och ersätts.  Kemisk bekämpning får ej utföras.  Flerårigt rotogräs får ej förekomma.	
D3.524	Vattning av träd, buskar m.m. Efter plantering vattnas 2ggr med 2 dagars mellanrum, därefter vid torrperioder. Hela rotzonen ska hållas fuktig.	
D3.83	Skötsel av träd under garantitiden Träden skall skötas så att de klarar den påfrestning som miljö och brukare utgör.	
D3.834	Bevattning av träd Bevattning utförs med rotbevattare med ca 50l/tillfälle.  Kontroll om träden skall vattnas: april – maj: var 14:e dag. Juni – aug: varje vecka.  Bevattning av gropar med skelettjord bör ske ofta och med långsam tillförsel.  Bevattning utförs senast då jorden torkat ut till 150 – 200mm djup.	

#### Referenser

Gatu- och Fastighetskontoret. 1998. Mängdbeskrivning avseende Park- och gatuarbeten. ST:Eriks sjukhusområde. Stockholm Stad.



Figur 1, Plan över Grubbensringen, Lindar numrerade



Figur 2, Plan över Grubbensringen, Numrering av körsbärsträden



**BILAGA D**  
**ERIK DAHLBERGSALLÉN**



## Utdrag ur Mängdbeskrivning (Gatu- och Fastighetskontoret, 2003)

DCB.313	Obundet bärlager kategori C till belagda ytor	
	Bärlager på förstärkningslager	
	Bärlager, fraktion 0 – 63 mm. T=150 mm Fall A	20 m <sup>2</sup>
	Bärlager på skelettjord	
	Bärlager under smågatsten, fraktion 0 – 32. T=75 mm	115 m <sup>2</sup>
DCL	Bärlager plattytta fraktion 0 – 63. T=130 mm	350 m <sup>2</sup>
	Luftigt bärlager, fraktion 32 – 90. T=180 mm	465 m <sup>2</sup>
	Överbyggnader för vegetationsytor	
	Växtbädd typ 1 och 2, påförd jord	
	Ytjord	
DCL. 11	Mullhalt: 10 – 15 vikts-%	
	pH-värde: 6 – 7	
	Halten finpartiklar, inkl ler, 0 – 0,002 mm, ska vara mellan 10 – 20 vikts-%.	
	Grovt material, 2 – 20 mm, ska vara minst 40 vikts-%. (Lerig sandjord – sandig lerjord)	
	Näringsinnehåll vid AL-analys (mg/100g lufttorr jord) ska vara:	
	Ledningstal, Lt: 1,5 – 3,0	
	Kväve, NO <sub>3</sub> :	10 – 25
	Fosfor, P:	4 – 8
	Kalium, K:	8 – 16
	Magnesium, Mg:	ca 8
	Sulfidsvavel: 0	
	K/Mg:	1 – 2
	Terrass	
	Terrassen ska till ett djup av minst 200 mm bestå av massor ur grupp 12b – 14a enligt tabell DC/2, Anläggnings AMA 98.	
	Uppfyller befintlig terrass inte ovanstående krav, ska de översta 200 mm ersättas med godtagbart material. Används befintlig terrass ska denna luckras till ett djup av minst 200 mm. Efter luckring får inte jordklumpar större än 100 mm förekomma.	
DCL.111	Växtbädd typ 1	
	Växtbäddar utförs enligt sektioner på ritning 47 02 515.	
	Växtbädd för träd, buskar och perenner T=610 mm	120 m <sup>2</sup>
DCL.13	Komplettering i bef. växtbädd T=250 mm	70 m <sup>2</sup>
	Växtbädd typ skelettjord	
	Skelettjord	
	Skelettjorden ska till sin volym bestå av 1/3 växtjord och 2/3 bergkross.	
	1/3 växtjord	
	Växtjord:	
	Mullhalt 7 – 10 vikts-%, mullen ska vara välhumifierad.	
	H 6 – 7.	
	pH-värde 6,0 – 7,0	
	Halten finpartiklar, 0 – 0,002 mm ska vara mellan 8 – 12 vikts-%.	
	Halten finsand, 0,2 – 2 mm ska vara minst 35 %.	
	Halten grovt material, 2 – 20 mm, 10 – 20 vikts-%.	
	Näringsinnehåll vid AL-analys (mg lufttorr jord ska vara enligt klass III jordar).	

Kväve, NO<sub>3</sub> 10 – 25  
 Fosfor, P 4 – 8  
 Kalium, K 8 – 16  
 Kalcium, Ca så att pH enligt ovan kan erhållas.  
 Kvoten K/Mg ska vara 1 – 2

2/3 bergkross

Bergkross 100 – 150 mm:  
 Skärven läggs i lager om 300 mm och packas enligt DCB.2. Därefter läggs jorden ut och vattnas ner i bergkrossen med högtryck. Upprepas till projekterat djup för skelettjorden.

Omfattning och utförande enligt ritning 47 02 513 – 47 05 515.

570 m<sup>2</sup>

DDB Sådd, plantering m m

DDB.2 Plantering av plantskoleväxter  
 Växtmaterial

- Växtmaterialet får inte vara odlat söder om breddgrad 52° eller väster om Holländska gränsen.
- För varje art/sort anges var växtmaterialet har odlats under de senaste tre åren.
- Beställaren kan medge undantag om speciella omständigheter finns.
- Beställaren ska beredas möjlighet att på växtplatsen på plantskolan få undersöka och bilda sig en uppfattning av växtbetingelserna och övriga omständigheter kring det beställda materialet.
- I första hand ska E-planta användas.
- Leveranskontroll med protokoll ska alltid utföras.
- Vid vårplantering och leverans söderifrån ska leveransen anpassas så att inte växtmaterialet har vegeterat för mycket.
- Vid höstplantering ska växtmaterialet vara väl avmognat vid leveransen.

DDB.221 Plantering av lövfällande träd  
 Sort och kvalitet enligt växtförteckning på ritning 47 02 513.

DDD Färdigställandeskötsel

DDD.1 Färdigställandeskötsel av träd, buskar m.m.  
 Färdigställandeskötsel utförs från och med plantering och sådd och fram till slutbesiktning.

DDD.13 Jordförbättring, övergödsling för träd, buskar m.m.  
 Övergödsling utförs tidigast 3 veckor efter plantering med sammansatt gödselmedel typ NPK 18-4-10 mikro eller likvärdigt.  
 Gödsling utförs vid regning väderlek 1 ggr i maj och 1 ggr med 2,5 kg/100 m<sup>2</sup> vid varje tillfälle.

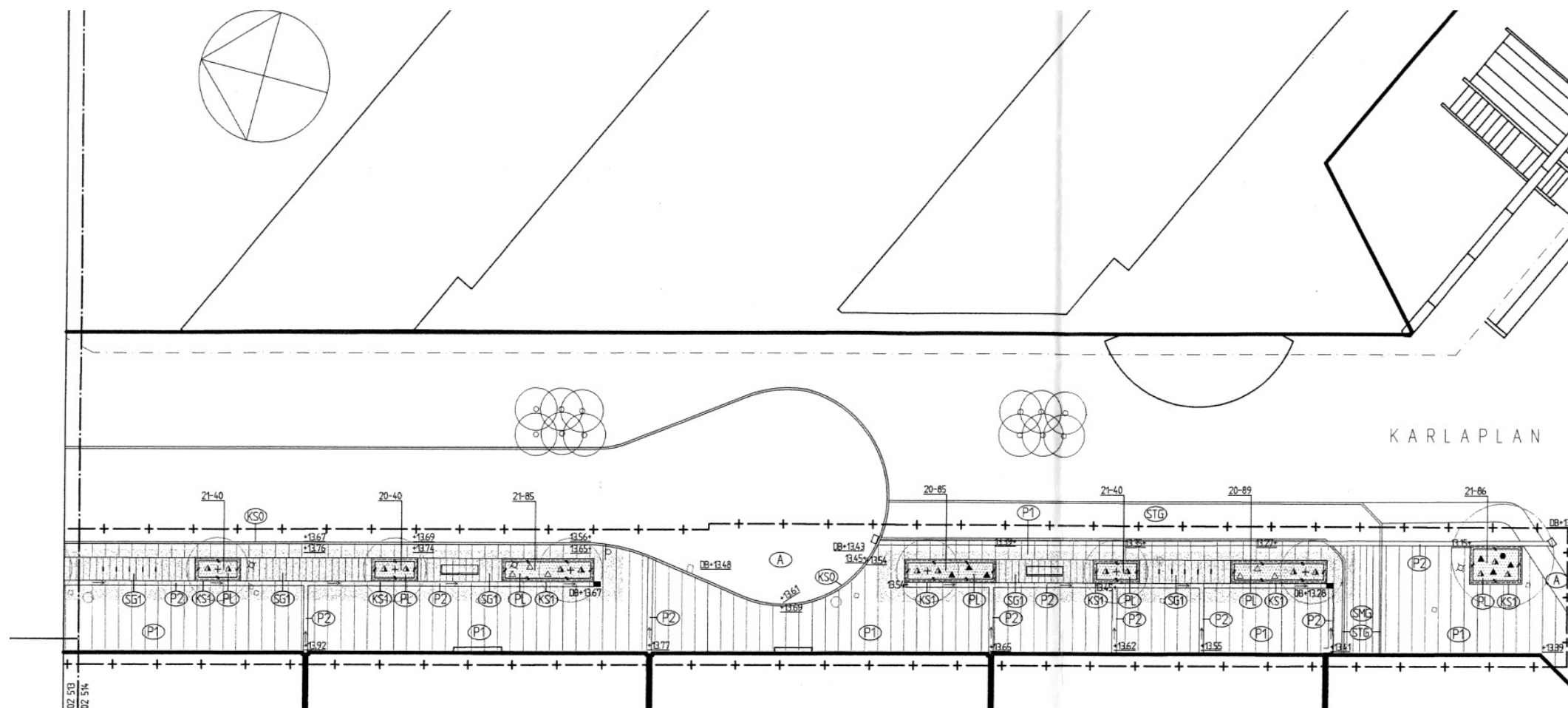
DDD.14 Vattning av träd, buskar m.m.  
 Direkt efter plantering vattnas 2 ggr med 2 dagars mellanrum.

Träd tillförs 20 liter/vattningstillfälle. Buskar 20 liter/m<sup>2</sup>

Därefter vattnas växterna vid behov, d v s så snart växtbädd börjar torka.  
 Kontroll av växtbädd utförs minst 1 gång i veckan vid torka.

DDD.15 Bekämpning av ohyra och skadedjur för träd, buskar m.m.  
 Bekämpning får endast utföras efter samråd med beställaren.





Figur 1, Ritning 47 02 514, Erik Dahlbergs allé, södra halvan, skraffrerad (gråtonad) yta anger utbredning av skelettjord



**Figur 2, Översikt över anläggningen**

**Referenser:**

Gatu- och Fastighetskontoret, Stockholm. 2003. Mängdbeskrivning. Erik Dahlbergs allén. Bygghandling 2003-11-10.

**Ritning:**

47 02 514 Gatu- och Fastighetskontoret, Stockholm. Erik Dahlbergsallén. Markplaneringsplan. Bygghandling. 2003-11-10.

**BILAGA E**  
**ERSTAGATAN**



## Beskrivning enligt typritning TRADGR.4.

Skelettjord

Skelettjorden ska till sin volym bestå av 1/3 jord och 2/3 bergkross.

1/3 jord

Växtjord:

Mullhalt 7-10 vikts-%. Mullen skall vara välhumifierad, H 6-7. pH-värdet 6,0 – 7,0. Halten finpartiklar, 0 – 0,002 mm skall vara mellan 4 – 8 vikts-%. Halten finsand, skall vara minst 35 %. Halten grovt material, 2-20 mm, 10 – 20 vikts-%.

Näringsinnehåll vid AL-analys (mg lufttorr jord) skall vara enligt klass III jordar.

Kväve, NO<sub>3</sub> 10 – 25

Fosfor, P 4 – 8

Kalium, K 8 – 16

Kalcium, Ca så att pH enligt ovan kan erhållas

Kvoten K-Mg skall vara 1 – 2

Bergkross 100 – 150 mm:

Skärven läggs i lager om 300mm och packas enligt DCB.2. Därefter läggs jorden ut och vattnas ned i bergkrossen med högtryck. Upprepas till projekterat djup för skelettjorden.

Volymen skelettjord skall vara minst 15 m<sup>3</sup>.

Befintlig terrass:

Terrass luckras till 200 mm djup.

Då befintlig terrass används som mineraljord skall luckring ske till ett djup motsvarande mineraljordens tjocklek samt ytterligare 200 mm.

Växtjord area i markplan 6,88m<sup>2</sup> (3,2x2,15 m)

Växtjord volym 3,87m<sup>3</sup> (traditionell trädgrop 1,18 m<sup>3</sup>)

Skelettjord volym ca 15 m<sup>3</sup>

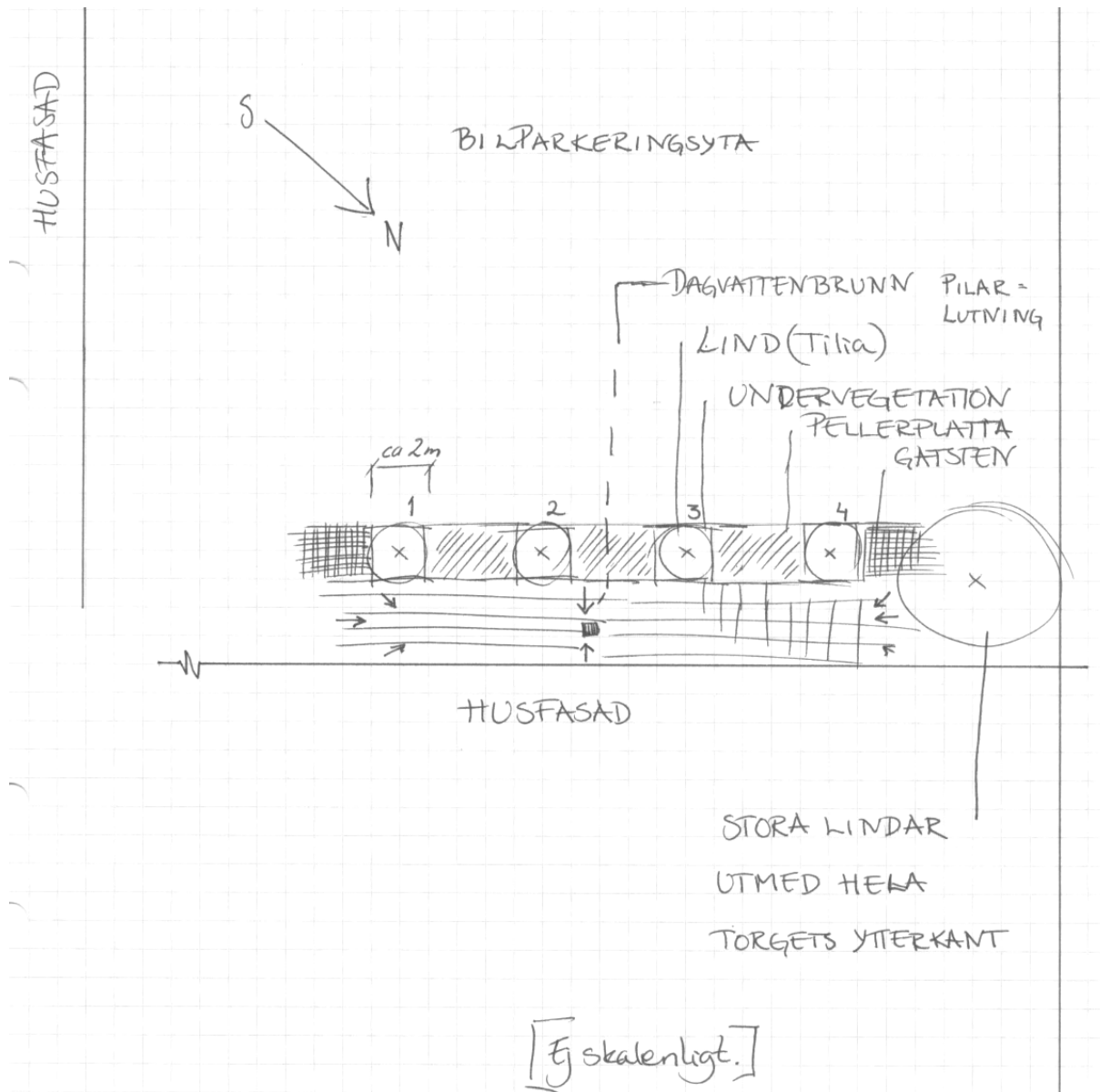


**BILAGA F**

**BRANTINGSTORG**







Figur 1, Skiss över torget och nyplanterade lindar som vitalitetsbedömts (Pettersson, 2005)

Pettersson, Josefine. 2005. Skiss över Brantingstorg



**BILAGA G**  
**TEKNISKA HANDBOKEN**  
**STOCKHOLM**

**De delar som hänvisas till  
i fallstudie och bilagor A - E**

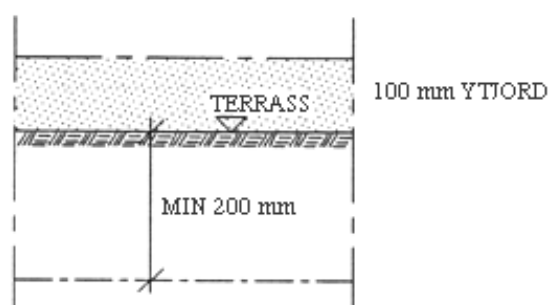


# 7204 GRÄS- OCH PLANTERINGSYTOR, UPPBYGGNAD

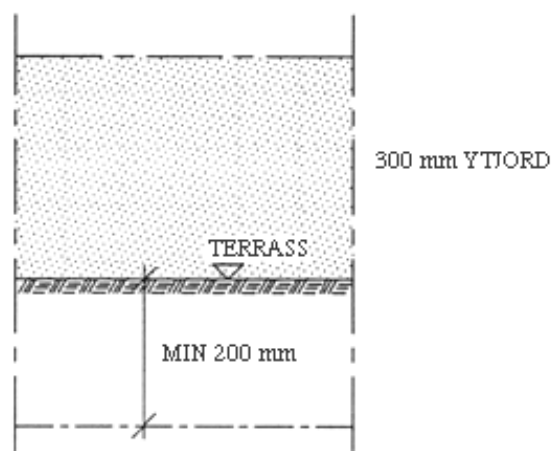
## -01 ANLÄGGNINGAR I PARK

För växter med normala krav på näring, jordart, vattentillgång mm.  
Normala skötselinsatser.

GRÄSYTA



PLANTERINGSYTA



### 1 Ytjord

Mullhalt: 5-10 viktsprocent

pH-värde: 6 - 7

Halten finpartiklar, inkl ler, 0-0,002 mm, ska vara mellan 5-15 viktsprocent.

Grovt material, 2-20 mm, får förekomma med högst 20 viktsprocent.

Näringsinnehåll vid AL-analys (mg/100g lufttorr jord) ska vara:

Ledningstal, Lt:	1,5-3,0
Kväve, NO <sub>3</sub> -:	10-25
Fosfor, P:	4-8
Kalium, K:	8-16
Magnesium, Mg:	ca 8
Sulfidsvavel:	0
K / Mg	1-2

### 3 Terrass

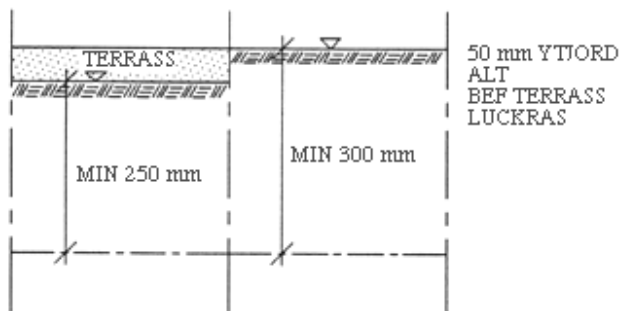
Terrassen ska till ett djup av minst 200 mm bestå av massor ur grupp 12b-14a enligt tabell D/2, Mark-AMA 83. Uppfyller befintlig terrass inte ovanstående krav, ska de översta 200 mm ersättas med godtagbart material.

Används befintlig terrass ska denna luckras till ett djup av minst 200 mm. Efter luckring får inte jordklumpar större än 100 mm förekomma.

## -02 NATURLIK ANLÄGGNING

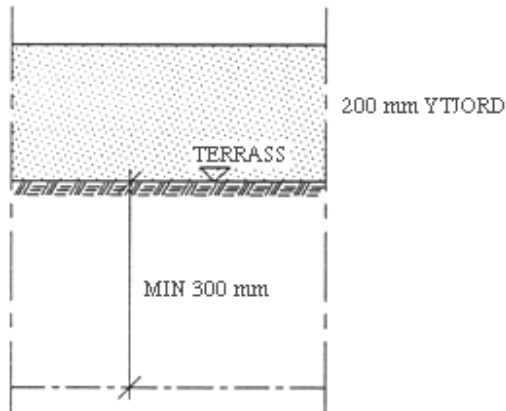
För växter med små till måttliga krav på näring, jordart, vattentillgång mm.  
Små till normala skötselinsatser.

### GRÄSYTA



### PLANTERINGSYTA

Häck- och landskapsväxter  
buskar samt ungräd med  
sidogrenar t h mindre än  
160 cm



#### 1 Ytjord

Mullhalt: 3 - 8 viktsprocent

pH-värde: 6 - 7

Massor ur grupp 12b - 13b enligt tabell D/2, Mark-AMA 83. (Lerfattig sandjord, grusig sandmorän, lerig sandjord, lättlera)

Massorna ska vara magra, särskilt kvävehalten (N) ska vara låg.

Näringsinnehåll enligt [punkt -01](#).

#### 3 Terrass

Terrassen ska till ett djup av minst 300 mm bestå av massor ur grupp 12b-14a enligt tabell D/2, Mark-AMA 83. Uppfyller befintlig terrass inte ovanstående krav, ska den jordförbättras alternativt bytas ut.

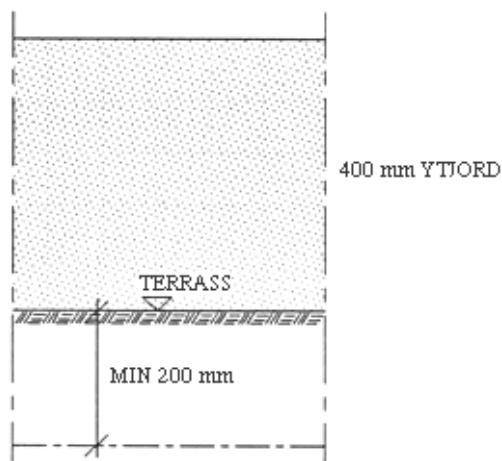
## -03 NÄRINGSKRÄVANDE VÄXTER

För växter med stora krav på näring, jordart, vattentillgång mm.  
Normal till intensiv skötsel.

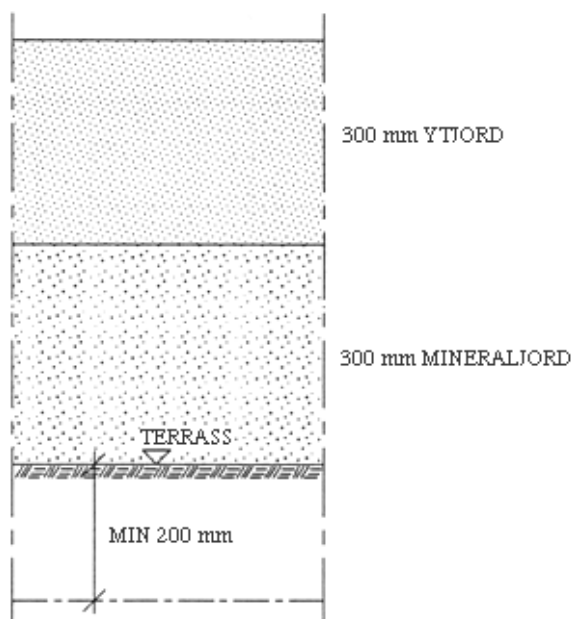
### ANMÄRKNING

Träd i hårdgjord yta, se typritning nr [7208](#) och [7209](#).

### PLANTERINGSYTA



### TRÄDGROP



### 1 Ytjord

Mullhalt: 10 -15 viktsprocent

pH-värde: 6 - 7

Halten finpartiklar, inkl ler, 0-0,002 mm, ska vara mellan 10-20 viktsprocent.

Grovt material, 2-20 mm, ska vara minst 40 viktsprocent. (Lerig sandjord-sandig lerjord)

Näringsinnehåll vid AL-analys (mg/100g lufttorr jord) ska vara:

Ledningstal, Lt:	1,5 - 3,0
Kväve, NO <sub>3</sub> -:	10 - 25
Fosfor, P:	4 - 8
Kalium, K:	8 - 16
Magnesium, Mg:	ca 8
Sulfidsvavel:	0
K / Mg	1 - 2

### 2 Mineraljord

Mineraljorden ska bestå av massor ur grupp 12b-13b enligt tabell D/2 Mark-AMA 83.

Mullhalten 1,5-5 viktsprocent (Lerfattiga sandjordar, grusiga moräner, lerig slitjord, lättlera)

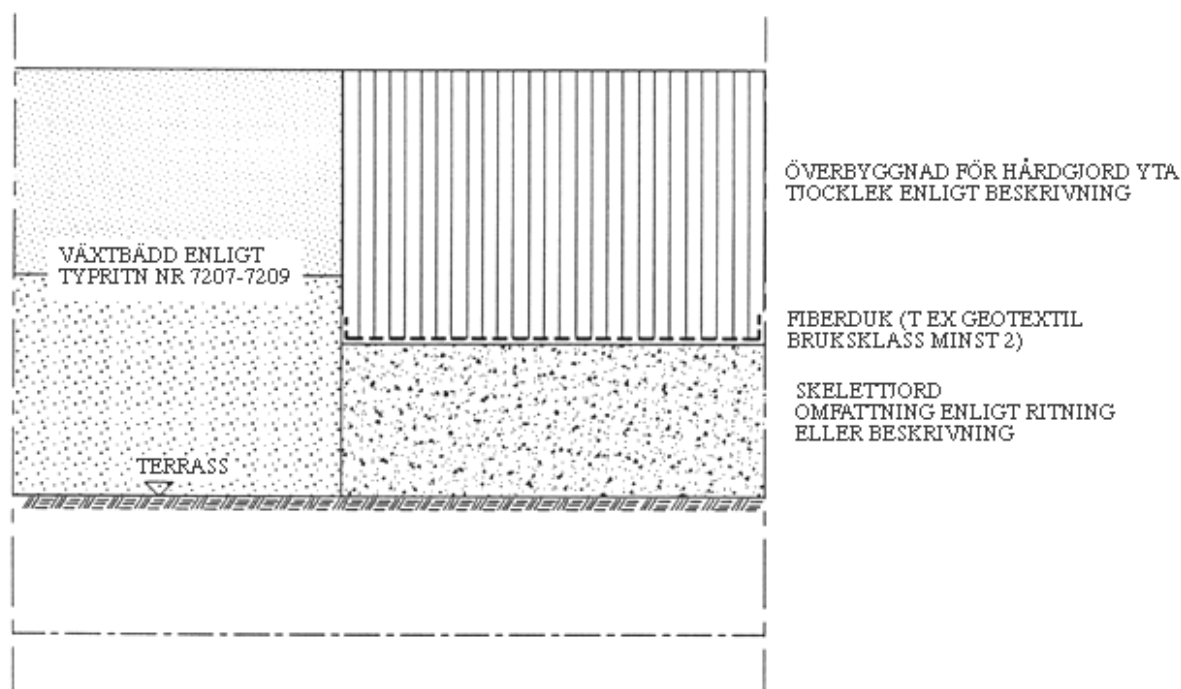
### 3 Terrass

Terrassen ska till ett djup av minst 200 mm bestå av massor ur grupp 12b-14a enligt tabell D/2, Mark-AMA 83. Uppfyller befintlig terrass inte ovanstående krav, ska de översta 200 mm ersättas med godtagbart material.

Används befintlig terrass ska denna luckras till ett djup av minst 200 mm. Efter luckring får inte jordklumpar större än 100 mm förekomma.

## -04 VÄXTBÄDD I HÅRDGJORD YTA MED SKELETTJORD

VÄXTBÄDD I HÅRDGJORD YTA MED SKELETTJORD



### 4 Skelettjord

1/3 Massor ur grupp 13a, tabell D/2, Mark-AMA 83 eller enligt punkt -01 med tillägg:

Halten finpartiklar, inkl ler, 0-0,002 mm, ska vara mellan 10-15 viktsprocent.

Mullhalt: 3-5 viktsprocent

Mullen ska vara väl humifierad.

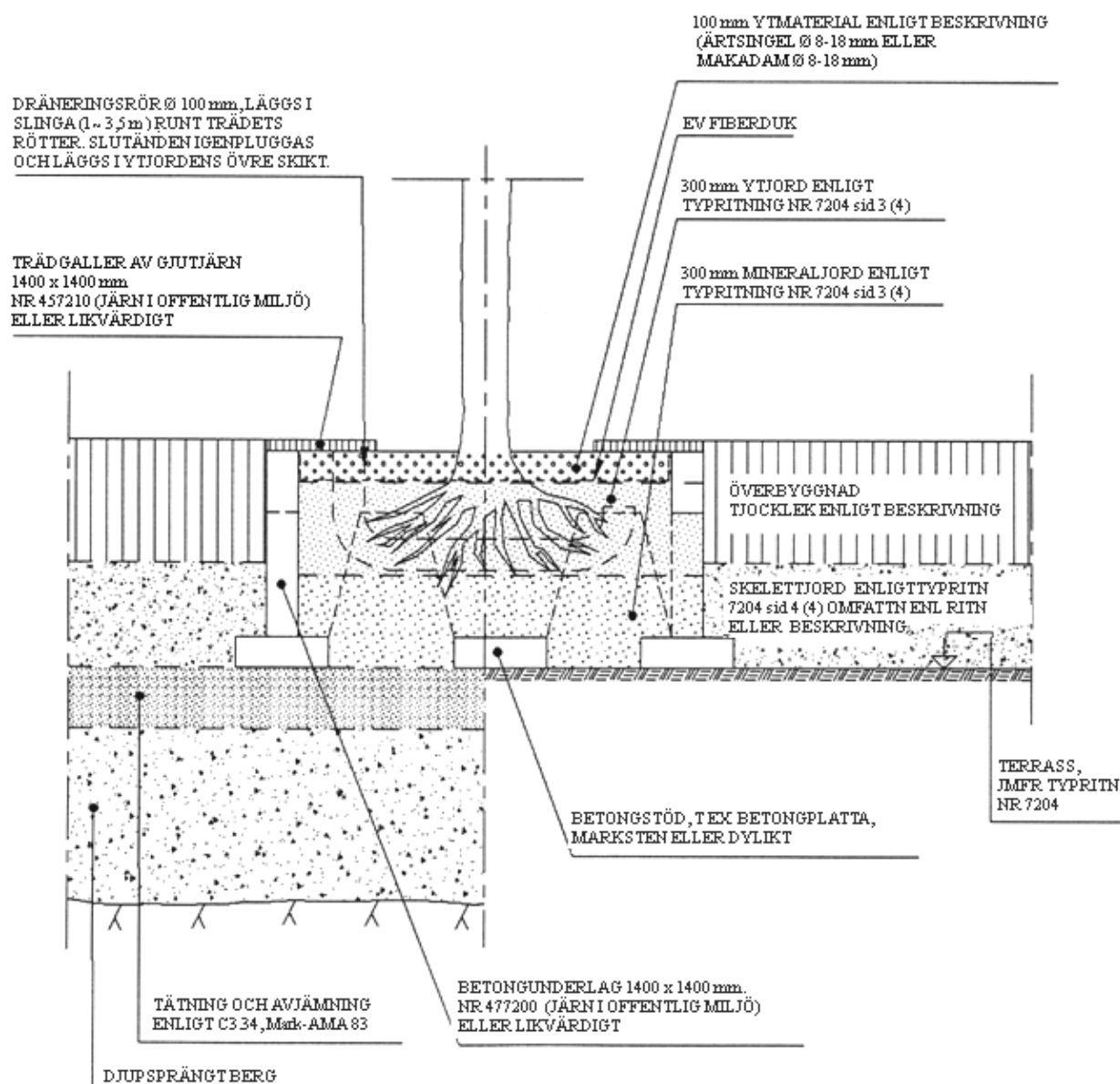
2/3 Krossade lättklinkerblock 65-120 mm

Skelettjorden blandas väl och påföres i lagertjocklekar på 200-250 mm med komprimering och vattning av varje lager. Efter vattningen ska varje lager kompletteringsfyllas med ovan specificerad jord.

Får inte tippas från hög höjd på grund av risk för fraktionering av materialet.

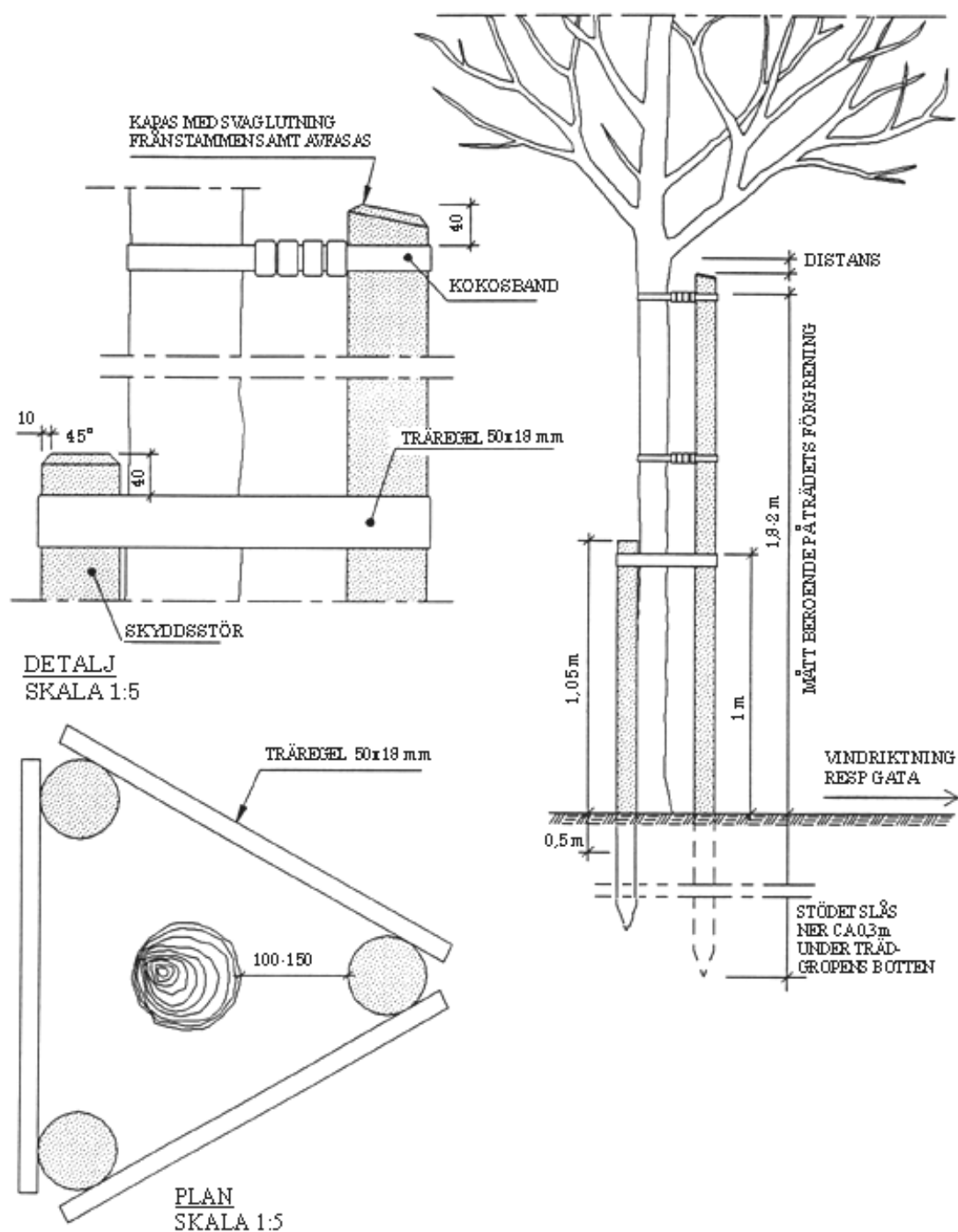
Trädgropar i skelettjord ska förses med tillfällig eller permanent droppbevattning.

## 7209 TRÄDPLANTERING I HÅRDGJORD YTA MED TRÄDGALLER AV GJUTJÄRN





## 7213 UPPBINDNING AV STAMTRÄD, BINDSÄTT TYP 2



## **ANMÄRKNING**

Störrar som ska stå kvar som påkörningsskydd längre än 5 år ska vara barkade och träskyddsbehandlade enligt Kemikalieinspektionens regler från 1992.

Kokosbanden utbyts då mot cord- band.

Den längsta stören ska stå mot rådande vindriktning vid utsatta lägen. Vid plantering längs gata ska den längsta stören sitta ut mot körbanan.

Den tekniska handboken i helhet finns att tillgå på Stockholm Stads Trafikkontors hemsida, <http://www.gfk.stockholm.se/tekniskhandbok/info.gfk/html/gfkmanua.htm> (2006-02-21).

## **BILAGA H**

### **SAMMANSTÄLLNING AV INTERVJUSVAR**



# SAMMANSTÄLLDA INTERVJUSVAR FRÅN INTERVJUER MED SJU SVENSKA STÄDER

Intervjupersoner:

- Göteborg: Eva-Maria Hellqvist (Göteborgs Stad, Parkintendent & Trädansvarig)  
2005-12-05, 2006-01-27
- Helsingborg: Martin Hadmyr (Landskapsarkitekt, Parkkontoret) och Rolf Sjöstrand,  
(Parkkontoret) 2005-11-22
- Linköping: Mårten Bredberg (Trädgårdsingenjör, Linköpings kommun Drift & Underhåll)  
2005-12-12
- Malmö: Mattias Thelander 2005-11-16 och Arne Mattsson 2005-11-24 (Malmö  
Stads Gatukontor)
- Stockholm: Björn Embrén (Stockholm Stads Trafikkontor, Trädspecialist)  
2005-12-05
- Umeå: Sune Norman (Entreprenadingenjör, Umeå Kommun, Park & Natur)  
2005-11-28
- Uppsala: Rita Engberg (Uppsala Stad, Fritids- & Naturkontoret) 2005-11-17

Stad	1. Har ni någon gång använt Er av skelettjord?
Göteborg	Ja
Helsingborg	Ja
Linköping	Ja
Malmö	Ja
Stockholm	Ja
Umeå	Ja
Uppsala	Ja

Stad	2. I vilket syfte har ni använt Er av skelettjord? (Nyanläggning och/eller vitalisering)
Göteborg	<i>Större växtbäddar under hårdgjorda ytor, för träd i nyanläggningar. Vitalisering omöjligt med den skelettjord Göteborg använder sig av – indirekt pga. blåleran som utgör Göteborgs terrass.</i>
Helsingborg	<i>Använt enbart vid nyanläggningar med syfte att kunna hårdgöra ytan ovanför.</i>
Linköping	<i>Både och, för att få träden till att må bättre och växa bättre.</i>
Malmö	<i>Ståndortsförbättrings test (vitalisering) och nyanläggning.</i>
Stockholm	<i>För att få träden till att överleva och växa, gjort i både nyanläggningar och vitaliseringar.</i>
Umeå	<i>Nyanläggning</i>
Uppsala	<i>Både för vitalisering av gamla träd och vid nyplanteringar för att öka volymen jord (näring och vatten) för träden och samtidigt tillåta laster på ovanliggande trafikyta.</i>

Stad	3. När började ni med skelettjord för träd i nyanläggningar?
<b>Göteborg</b>	<i>Första experimentet gjordes någon gång mellan 1987-89, på Järntorget, dessa träd har nu grävts upp och de lecablock som användes till skelett då hade förvandlats till lecakulor, denna konstruktion benämns Leca-grop. Det är enda anläggningen som gjorts med lecablock i Göteborg. Kungsportsavenyn gjordes om 1995 – 99. Skelettjorden till den konstruerades 1993 - 94 tillsammans med Kaj Rolf som rådgivare. Göteborgs nuvarande skelettjordsmodell har sin grund i den konstruktionen.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>1999 är den äldsta anlagd, vid h99/Kungsparken. Då var Rolf i kontakt med Kaj Rolf och Örjan Stål för att få info om hur han skulle göra. Skelettjorden lades mellan träden för att förbinda planteringshålen med varandra, där inga ledningar fanns som gjorde det omöjligt. Planteringsgroparna var i storleken 2 x 2 m, c/c mellan träden 5 - 6 m. Rolf tippas på att de har ca 5 - 10 skelettjordsanläggningar i Helsingborg.</i>
<b>Linköping</b>	<i>Började med ett vitaliseringsförsök vid 1990 talets början. Första nyanläggningen med skelettjord är gjord något senare ca 1992. Efter det har två anläggningar gjorts, och den senaste av dem gjordes för tre år sedan (2002). Av dessa tre nyanläggningar har två anläggningar fler än ett träd och en anläggning ett solitärträd.</i>
<b>Malmö</b>	<i>M - Vid 98 - 00 med skelettjord i nyanläggningar. A – Nyanläggning är ev. den första på lilla torg och runt 94 - 95.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>För ca 10 år sedan.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Enstaka gropar har gjorts och första gjordes för ca 10 år sedan med leca som skelettmaterial.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Någon gång på 90-talet, de äldsta anläggningarna är ungefär drygt tio år (kanske femton).</i>

Stad	4. Vad använder ni för "ingredienser" idag i:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skelettet (vad är det för material till det som "bär upp" anläggningen, ex. bergkross, leca m.m.)?</li> <li>- Växtjorden (den jord som blandas med skelettet, lerhalt, mullhalt m.m.)?</li> <li>- Växtjorden "den rena" (den jord som används i planteringshålet, lerhalt, mullhalt m.m.)?</li> </ul>
<b>Göteborg</b>	<p><i>- Fraktion 90 - 150 mm, från början tunnelskärv. 65 % skärv, 35 % jord. Anledningen till just den fraktionen är att Park &amp; Natur provade ut den och förhållandet skelett/jord tillsammans med Carlbergs Göteborg AB. Jordmaterialet eftersöktes tillsammans med Alingsås åkericentral för att finna den som skulle innehålla bästa strukturen. Erfarenheten har visat att kvalitén på viss granit är sämre än annan, det är viktigt att graniten tål att tumlas utan att den slås sönder.</i></p> <p><i>- Jorden görs i två delar. Underst en fuktighetshållande mineraldel som inte får innehålla någon mull. Växtjordsdelen har en aning mull och består av en lerhaltig åkerjord (hög lerhalt). Ingen av jordblandningarna får ha partiklar större än 2 mm.</i></p> <p><i>Det är viktigt att dessa jordar kletar ihop med skelettmaterialet och kan hålla fukten.</i></p>

	<p>- Göteborgs "växtjord, standard" med relativt låg mullhalt (3 – 5 %) används.</p>
<b>Helsingborg</b>	<p>- M- 2/3 skelett och 1/3 jord. Krossmaterial med olika fraktioner, haft både 50 - 200 och 100 - 120. De har inte sett behovet av att ha en given storlek. Martins åsikt är att man inte bör använda material under 50 mm – kanske kan vara risk för strangulering av rötterna.</p> <p>R- I Kungsparken var det krossmaterial fraktion 100 - 150. Jorden var av matjord blandad med brunnen naturgödsel. Bredden på den skelettjorden var 1 m, och växtjorden var 2 x 2 x 0,7 m.</p> <p>- M - Internt har de gjort föreskrifterna att jorden ska uppfylla AMA:s krav på växtjord. Konsult har föreskrivit en moig lerjord med lerhalt på 12 - 15 % och en mullhalt på minst 5 %.</p> <p>- M - Denna har varierat mellan Växtjord enligt AMA (lämplig då jorden täcks med ogräsdug och sten) och Hasselfors E-jord (främst då rotoqräsfri jord varit nödvändig).</p>
<b>Linköping</b>	<p>- Bergkross av en större fraktion, möjligtvis 80 - 150. Vill ha stora stenar så att porerna blir stora.</p> <p>- De hänvisar till AMA:s krav. Jorden är tillverkad. Det är osäkert om jordar med olika mullhalt har använts i profilen, troligen är det samma jord som använts i hela profilen.</p> <p>- Samma jord här som i skelettet, de hänvisar till AMA:s krav. Jorden är tillverkad.</p>
<b>Malmö</b>	<p>- Skelettmaterialet utgör 2:3 av totala blandningen. Materialet är i fraktionerna 70 - 130 eller 100 - 150 beroende vilken föreskrivning som gjorts och vad leverantören har att erbjuda.</p> <p>- Växtjorden utgör 1:3 av den totala blandningen. Denna växtjord består av till 20 % av Hasselfors U-jord (begagnad), till 80 % av sjösand och åkerjord (=moränlera) med en lerhalt på 5 - 6 % max lerhalt är 7 %. Detta är det som gäller i föreskrifterna idag.</p> <p>- Beroende på var i stan och vilken tillgång det finns på jord varierar detta. Det kan vara harpad matjord med 2 - 3 vikts-% mull Åkerjord med 2 - 3 vikts-% mull Jord + Kompost Kan ibland vara samma jord som den som används i skelettjordsblandningen.</p>
<b>Stockholm</b>	<p>- Granitskärv 90 - 150 mm, beroende på tillgången så har det varierat något och det har förekommit 150 - 200 mm. De eftersträvar ett kort spann mellan fraktionsgränserna.</p> <p>- Låg lerhalt med mindre än 10 % ler. Mullhalten beror på skelettets slutliga tjocklek: ett tunt lager på ca 30 cm tjocklek får en mullhalt på 6 %, ett lager på 90 cm tjocklek får en mullhalt på max 3 %.</p> <p>- Använder normal planteringsjord = tillverkad matjord med upp till 8 % humus och upp till 15 % lera.</p>
<b>Umeå</b>	<p>- Bergkross i fraktion 100 – 150 används.</p> <p>- Tillverkad matjord används, enligt analys (våren 05) bestod den av mull 6,5 %, ler 5 %, (sand 36 %, grus 6 % + övrigt)</p> <p>- Samma som i skelettet och det används med mull i hela profilen.</p>

<b>Uppsala</b>	<p>- Makadam 32 - 64 mm</p> <p>- Hasselfors E-jord (helt och hållet)</p> <p>- Även här används Hasselfors E-jord.</p> <p>I både jorden för skelettet och jorden i växtgropen får tillskott av långtidsverkande gödning (Osmocot). Det ska i fortsättningen vara NPK 11-5-18.</p>
----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Stad</b>	<p><b>5. Har det varit samma ”ingredienser” och ”recept” hela tiden?</b></p> <p><b>- Om nej, vilken förändring har skett?</b></p>
<b>Göteborg</b>	<p>Beskrivningen har varit densamma under åren från 1994, men de har nu fått reda på att det har skett några felleveranser vilket har gjort att de fått en grusigare jord. Delvis beror det på att sikturvan som togs fram 1994 troligen var fel och inte stämde med den jord som önskades. Detta ska nu åtgärdas och den ursprungliga leriga varianten ska användas som huvudalternativ med ny sikturva.</p>
<b>Helsingborg</b>	<p>Möjligen att det har skett en förändring i vilken volym planteringshållet/växtbädden behöver vara i för varje träd (blivit större).</p> <p>Se även 4.</p>
<b>Linköping</b>	<p>Nej! Vid första anläggningen (vitaliseringen) hade de Örjan Stål inkopplad vilket gjorde att de erhöll ett recept för hur de skulle göra. Nyanläggningarna har inte haft ett recept att gå efter och förändring har skett. Krossmaterialets storlek har troligtvis ökat, men jorden har hela tiden varit av tillverkad karaktär. Varje plats har haft olika förutsättningar som krävt anpassning.</p>
<b>Malmö</b>	<p>Det har varit en variation eftersom de har testat sig fram.</p> <p>M - Lerhalten har minskat. Beroende på att jorden som finns att tillgå har en lägre lerhalt nu än tidigare. Mattias anser att lerhaltens betydelse bör klargöras mer vid framtida planteringar</p> <p>A – Stenstorleken har varierat. I början blandade de skelettjorden. Nu vattnas jorden ned, första anläggningen med nedvattning var Augustenborg (2001). Problemet med det är att jorden i vissa fall har för hög lerhalt (undantag finns), oftast mer än 8 % lerhalt.</p>
<b>Stockholm</b>	<p>Nej! Började med granit för att byta till lecablock och sen tillbaka till graniten. Skelettjorden blandades och tippades ned färdig i växtbädden. Björn anser att okunskapen om vad skelettjorden var till för, var mycket hög. Nu vattnas jorden ned i skelettet. Det finns leverantör i området med färdigblandad skelettjord.</p>
<b>Umeå</b>	<p>Den första gropen var med leca övriga har varit som nuvarande med bergkross och tillverkad matjord.</p>
<b>Uppsala</b>	<p>Det de gör nu har de gjort de senaste 5 - 7 åren.</p> <p>Från början använde de sig av leca som skelettmaterial, och då blandades jorden innan den hälldes i växtbädden.</p>

<b>Stad</b>	<p><b>6. Hur gör Ni för att blanda växtjorden med skelettet? (Vattning, borstning, blandning/prefab, vibrering)</b></p>
<b>Göteborg</b>	<p>Jorden blandas hos jordleverantör, lyfts upp på flak och lyfts därifrån och i växtbädden, ingen tippning är tillåten då det innebär risk för separation av materialet. Den höga lerhalt som krävs här är omöjlig att vattna ned i skelettet, vilket gör att en blandning måste göras.</p>



<b>Helsingborg</b>	<i>Enligt en teknisk beskrivning som finns blandas skelettjorden till en homogen massa före utläggningen i växtbädden. Martin vill minnas att ENTEKS uppfattning är att skelettjorden först ska blandas och sedan läggas ut för att därefter också vattnas. Packning sker också.</i>
<b>Linköping</b>	<i>Vattning, prefab (vid vitaliseringstillfället) och vibrering (skelettet lades ut, jorden därpå och vibrerades ned) har gjorts.</i>
<b>Malmö</b>	<i>M - Skelettet läggs ut och jorden paddas eller vattnas ned, alt. skelettet och tillhörande jord läggs ut färdigblandat. A – Skelettet paddas före nedvattning av jorden.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Skärven läggs ut och paddas, därefter läggs jorden på och vattnas ned. Skelettet ska vara mättat med jorden, ca 25 % jord av skelettetsvolym går att få ned.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Jorden och bergkrossen blandas på plats och läggs i växtbädden.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Nu vattnas jorden ned i skelettet, Rita poängterar att hålrummen i skelettet inte får fyllas helt av jorden.</i>

<b>Stad</b>	<b>7. När skelettjorden läggs ut och packas, använder ni er av något som hindrar att jorden i den blivande planteringsgropen packas?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Mineraldelen finns under "planteringshålet". En järncylinder med diameter 1000 mm eller 1200 mm (båda finns) används vid utläggningen av växtjords-skelettet, för att möjliggöra packning och tillåta växtjorden att fyllas i hålet.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>Nej, skelettjorden går in i planteringsgropen med dess packningsvinkel.</i>
<b>Linköping</b>	<i>Nej det blir en packningsvinkel av skelettjord in i trädgropen.</i>
<b>Malmö</b>	<i>M - Det händer att man använder sig av plyfaskiva som tas bort sedan.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Nej, inget som hindrar, skelettjorden går in i trädgropen och trädet placeras på skelettet. Se även svar 8.</i>
<b>Umeå</b>	<i>De använder ett rör 700 mm i diameter som håller emot skelettjorden så att den inte tränger in i den blivande trädgropen. Röret fylls med matjord innan det tas bort.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Nej!</i>

<b>Stad</b>	<b>8. Använder ni någon typ av betongfundament/avgränsningar mellan trädgrop och skelettjord? Vilken typ? Varför?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Nej, endast järncylinder används vid anläggandet. I somras tog de upp 20-åriga träd ur "betonglådor", de träden dog nu sista året och om de hade vuxit med rötterna så hade de gjort det ovanför kanten, inte nedåt och ut genom konstruktionens öppningar. Eva Maria poängterar att det är omöjligt med ev. sänkrötter för träden i Göteborg pga den blåleran som finns 60 cm under ytan.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>Nej!</i>
<b>Linköping</b>	<i>Nej, det har inte använts några betongringar i samband med skelettjord, det har dock använts i andra sammanhang. Se även svar 22.</i>
<b>Malmö</b>	<i>Ja det förekommer betongringar, ex. Södervärn har ringar i diameter 1400 mm.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Någon typ av ramar (planteringslåda) används eller ibland lösa betongbalkar.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Nej!</i>

<b>Uppsala</b>	<i>Nej!</i>
----------------	-------------

<b>Stad</b>	<b>9. Vilken tjocklek har det totala skelettjordslagret, min – max?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Schaktdjupet är 1 meter, standard är mineraljord 300 – 450 mm, växtjord 500 mm. Om överbyggnaden tillåter används max mineraljord.</i>
<b>Helsingborg</b>	-
<b>Linköping</b>	<i>Gissningsvis har skelettjorden en tjocklek på 600 - 700 mm. I dessa sammanhang schaktas det till ca 1m djup och överbyggnaden är ca 300 mm.</i>
<b>Malmö</b>	<i>M - Minst 400, max 600. A – Minsta tjocklek osäkert, max 600 – 700, schaktdjupet är alltid 1000 mm, överbyggnaden avgör skelettjordens tjocklek.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Standardtjocklek 600 mm, minimum 300 mm, maximalt 1500 mm Luftiga bärlagret är 180 mm oavsett skelettjordens tjocklek.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Trädgropen och schaktdjupet är 700 mm. Skelettjorden närmast planteringshålet går ända upp till en makadamyta (4 - 8) vilket gör att max tjockleken är nästan 700 mm, under plattytta med överbyggnad blir tjockleken ca 500 mm.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Min ca 400 – Max 600 - 800 mm.</i>

<b>Stad</b>	<b>10. Skelettjorden packas/läggs ofta ut i flera lager, vilken tjocklek rekommenderar/använder ni er av per packningslager?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>200 - 250 mm per lager.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>300 mm per lager.</i>
<b>Linköping</b>	<i>300 mm per lager.</i>
<b>Malmö</b>	<i>200 - 250 mm tjocklek per lager vilket gör att man lägger ut skelettet i två lager.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>250 - 300 mm per lager.</i>
<b>Umeå</b>	<i>De lägger ut hela laget från början vilket gör att tjockleken blir mellan 500 – 700 mm.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>200 mm</i>

<b>Stad</b>	<b>11. Med vad/Hur packar ni skelettjorden?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Tung gränskopa eller en stor padda (halvtons). Krävs stor padda för att kunna packa skelettjorden.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>Packas med vält eller vibroplatta (400 kg)</i>
<b>Linköping</b>	<i>Med padda.</i>
<b>Malmö</b>	<i>Vibrovält (troligen 150 kg – antal överfarter enligt AMA)</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Padda minst 200 kg</i>
<b>Umeå</b>	<i>Trycker till med gränskopa. (Har haft problem med att kunna vibrera skelettjorden)</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Vibroplatta</i>

<b>Stad</b>	<b>12. Hur ser en standardprofil (vad den innehåller och resp. tjocklek) för skelettjord med överbyggnad ut hos Er? Finns det varianter av den (beroende på ex. trafikklass eller något annat)? Vilken är den totala tjockleken av överbyggnaden ovanför skelettjorden?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>I regel är överbyggnaden ca 180 mm. Underst vid terrassen finns en dränering som täcks med duk innan skelettjorden läggs på. (Se bilaga I, Göteborg)</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>De har gjort en princip nyligen för en blivande parkeringsyta. Skelettjorden ska minimum ha en tjocklek på 400 mm, överbyggnaden är på 300 mm, schaktdjupet är oftast på 1000 mm = skelettjorden 700 mm. I denna princip har även dräneringsrör infogats med syfte att syresätta skelettjorden. Fiberduk läggs mellan bärlager och skelettjord.</i>
<b>Linköping</b>	<i>Någon standardprofil finns inte. Överbyggnaden för plattyta består av, underifrån skelettjord, fiberduk, bärlager av samkross 0 - 32 eller 0 - 100 i tjocklek om ca 200 mm, sättsand eller stenmjöl ca 50 mm, plattor 50 mm tjocka. I fall med asfalt så utesluts sättsanden och asfalt på 30 mm läggs direkt på bärlagret. Utifrån detta så blir överbyggnadstjockleken ovanför skelettjorden ca 300 mm.</i>
<b>Malmö</b>	<i>M - Ja det finns en standardprofil. Men den varierar inte efter trafikklasser då det enbart handlar om lätt trafik där skelettjorden anläggs. A- Skelettjorden används för g/c bana med tunga fordon som sopbilar m.fl. och ibland p-platser.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Profil (se bilaga I) och "anvisningar för anläggande av trädgrop". Luftiga bärlagret består av makadam i fraktion 63 - 90 eller 32 - 90.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Plattor, 50 – 70 mm Sättsand } tjocklek på ca 150 mm Bärlager } Skelettjord }</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Varianter finns. Se skickad profil – standard där inte hårdgjord yta krävs, då används inte bärlager och sättsand. Där hårdgjord yta krävs (vilket undviks, kan vara trottoar) gäller underifrån: Skelettjord (tjocklek beror på trafikytans krav på överbyggnad) Fiberduk Bärlager (50 mm, 0 - 18 mm) Sättsand ca 50 mm Plattor ca 50 mm Detta undviks liksom bärlager om det inte är nödvändigt</i>

<b>Stad</b>	<b>13. Vilken ytbeläggning använder/använder inte ni er av ovanför en skelettjord? (Bör ges i föregående fråga)</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Alla vanliga typer av hårdgjorda ytor förekommer. Det förekommer även att gräsytor har anlagts ovanför skelettjord, i fall där mothåll krävs för omgivande trafikytor.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>Asfalt är tät undviks. Hittills har det varit mest singel, smågatsten och plattor.</i>
<b>Linköping</b>	<i>Har använt sig av asfalt, plattor och grus.</i>
<b>Malmö</b>	<i>Oftast används plattor, ibland grus och i så fall i pellerplatta, asfalt förekommer.</i>

<b>Stockholm</b>	<i>Ingen direkt som undviks, det vore önskvärt att komma ifrån de täta beläggningarna.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Har använt skelettjorden under g/c ytor och torgytor och där haft mest plattor (makadam närmast trädet)</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Undviker täta beläggningar där det är möjligt. Försöker att få beläggningar med största möjliga genomsläpplighet ovanför skelettjordskonstruktionen. Tveksamt till om skelettjord finns i gräsytor.</i>

<b>Stad</b>	<b>14. Sammanhängande växtbäddar eller enskilda bäddar för vart träd (av skelettjord)?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Sammanhängande växtbäddar används överallt där det är möjligt. Har blivit "standard" efter anläggningen på avenyn där växtbädden är 3 m bred. Just den växtbädden har blivit en "Fredad zon för träden" och alla ledningar m.m. får dras utanför den zonen.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>De eftersträvar sammanhängande växtbäddar.</i>
<b>Linköping</b>	<i>Där skelettjord har använts har det hittills inte gjorts annat än med enskilda bäddar.</i>
<b>Malmö</b>	<i>Situationen avgör, de eftersträvar sammanhängande växtbäddar där så är möjligt.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>I stort sett bara sammanhängande växtbäddar, ibland är det dock omöjligt.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Hittills har de endast byggt enskilda växtbäddar.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Undviker gropar i största möjliga utsträckning. Eftersträvar långa gemensamma växtbäddar.</i>

<b>Stad</b>	<b>15. Konstrueras anläggningarna så att dagvatten eller bevattning ska försörja träden med vatten? Hur? (Höjdsättning, beläggning, dräneringsrör etc.)</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Endast ytvatten till träden. Anläggs så att möjlighet finns till bevattning, antingen genom att en vall runt trädet görs eller att kantstenen utgör gränsen för vattnet. Eva Maria känner sig tveksam till att avleda dagvatten till växtbäddar pga deras blålera. Ytterligare tveksamheter kring detta är vägsaltets ev. påverkan på träd och jord.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>Nej! De upplever snarare att problemet för träden är för mycket vatten, ibland tom att trädgropen förvandlas till badkar. Martins uppfattning är att syresättningen för rötterna inte är tillräcklig.</i>
<b>Linköping</b>	<i>Ja, med hjälp av höjdsättningen så kommer en del av dagvattnet träden tillgodo. Dräneringsrör har använts i en del trädplanteringar men inte i de med skelettjord.</i>
<b>Malmö</b>	<i>A - Dagvatten ska försörja träden med vatten och det görs med hjälp av fall på ytor, rännor och genomsläppliga ytor (permeabelt ytskikt). M – lutningar görs mot den öppna ytan runt trädet med grus/singel som marktäckning.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Dagvatten tillförs via rännor och lutningar mot bädden. Luftningsbrunnen för ned vatten i skelettjorden och vid stora regn ut i det luftiga bärlagret.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Nej, ytvatten endast. Takvatten från fastigheterna går direkt till dagvattenledning.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>De gör ingen medveten konstruering för att leda dagvatten till växtbäddarna.</i>

	<i>Ytvattnet som kommer på ytan försöker de låta komma ned i skelettjorden genom en genomsläpplig beläggning av något slag. Där det finns risk för stor andel vatten i växtbädden så lägger de en dräneringsledning för att avleda det, kopplas oftast till dagvattenledningen.</i>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------


Stad	<b>16. Har ni planterat något träd direkt i skelettjorden och inte använt ren växtjord intill rötterna?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Nej, finns ingen anledning till, rotklumpen måste möta jord och inga stenar. "Planteringshålets" botten möter mineralskelettjorden, men jorden fylls i hålet innan trädet har levererats. När trädet är levererat grävs nödvändig del av växtjorden i "planteringshålet" bort och trädet planteras. På så sätt möter aldrig rotklump och skelettjord varandra. När trädet placerats i "hålet" ska växtjorden vattnas ned, för att jorden ska "klegga till" runt rotklumpen.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>Nej!</i>
<b>Linköping</b>	<i>Nej!</i>
<b>Malmö</b>	<i>Nej!</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Skelettjorden läggs ofta ut i sin helhet, för att där trädet ska planteras i efterhand ta bort en del av skelettet och göra plats för rotklumpen. Enligt principsektion planteras träd utan planteringslåda direkt i skelettjorden med växtjord runt i samma djup som trafikytans överbyggnad utgör, detta motverkar sättningar. Det blir en fördjupning i skelettjorden där trädet står</i>
<b>Umeå</b>	<i>Nej!</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Nej, aldrig direkt i skelettjorden!</i>

Stad	<b>17. Det finns ibland givna rekommendationer för storleken av trädsväxtbäddar, finns det sådana rekommendationer hos Er?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Eftersträvar 16 m<sup>3</sup> växtbädd = skelettjord och ca 0,4 m<sup>3</sup> växtjord. Volymen beror på vad som är möjligt att åstadkomma på resp. plats.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>Nej de har inget skrivet, ju större desto bättre. Optimalt vore ju 15 - 20 m<sup>3</sup> växtjord per träd men det uppnås aldrig i hårdgjorda ytor. Praxis utanför avdelningen verkar vara 2 x 2 m.</i>
<b>Linköping</b>	<i>Nej, de har inga givna rekommendationer. Men gatuträden har generellt en trädgrop med ytstorlek på 1,5 x 1,5 m eller 2 x 2 m.</i>
<b>Malmö</b>	<i>Ja, träden ska ha ett fritt rotutrymme på 12 m<sup>3</sup>. Vilket omfattar både växtjord och ev. skelettjord. Rekommenderat djup för de 12 m<sup>3</sup> är 0,7 meter. Det finns ingen koppling mellan valt trädets egenskaper och kravet på fritt rotutrymme.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Träden ska ha ett minimum på 15 m<sup>3</sup> skelettjord, till det kommer jorden i trädgropen och det luftiga bärlagret. Under sista halvåret har de ökat volymen växtjord till 3 - 4 m<sup>2</sup> = 3 x 1, 4 x 0,6 = 2 m<sup>3</sup> växtjord + 15 m<sup>3</sup> skelettjord Ökningen av växtjordsvolymen borde ge ett bättre/snabbare etableringsresultat. Någon hänsyn till vald trädart görs ej.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Nej. De har idag en typitning som fungerar likt en mall för hur de ska bygga. Träd som de har använt i skelettjordsanläggningar är björk och lind.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Ja, deras ambition är att ha 10 - 15 m<sup>3</sup> ren jord per träd. Krävs det skelettjord måste volymen ökas för att nå det målet. Rita uppskattar att de når den ambitionen för ungefär hälften av träden.  Djupet på växtbädden är aldrig djupare än 600 - 800 mm. Beror delvis på</i>

	<i>underliggande terrass och hur tät den är. Är den tät och risk finns för stående vatten läggs ett lager med singel på 200 - 300 mm på terrassen efter att den luckrats.</i>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Stad</b>	<b>18. Vilken är er minsta volym växtjord per träd? Olika beroende på valt trädslutstorlek?</b> <b>19. Vilken volym växtjord (samt dess djup?) eftersträvar ni? Olika beroende på valt trädslutstorlek?</b> <b>20. Minsta volym skelettjord per träd? Olika beroende på valt trädslutstorlek?</b> <b>21. Vilken volym skelettjord eftersträvar ni? Olika beroende på valt trädslutstorlek?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>19. Volymen är tveksam till att ändra på för olika arter men däremot kan Eva Maria tänka sig att variera jorden som blandas in i skelettet efter vilken art som ska användas.</i>
<b>Helsingborg</b>	
<b>Linköping</b>	
<b>Malmö</b>	<i>18. Finns ingen enskild rek. för detta. Se svar 17. Mer begränsat med jord om betongring används, i övrigt friare.</i> <i>19. Se 17, schaktdjupet ofta 1 m = 700 mm skelettjord.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>19. Nu eftersträvas dessa 2 m<sup>3</sup> utan hänsyn till trädart.</i> <i>21. Minsta volym är 15 m<sup>3</sup> om Björn är direkt involverad i projektet kan det bli mer annars gås det slaviskt efter denna rekommendation inom organisationen och dess konsulter.</i>
<b>Umeå</b>	<i>20. Fabriksgatan är skelettjordens utbredning 2275 x 2800 mm x 500 mm djup, inkl. planteringshål.</i>
<b>Uppsala</b>	

<b>Stad</b>	<b>22. Vilken typ av yta finns intill trädet och hur stor är den? (galler, jord, singel, perenner, bark etc.)</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Gallerytor med antingen tegelkross eller grus under, måste vara uppfyllt annars vägrar renhållningen att städa. Öppna ytor, barktäckta ytor och ytor med perenner finns också.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>Ytan är sedan 90-talet ca 2 x 2 m yta med växtjord, försöker öka det till sammanhängande bäddar. Hur mycket av denna ytan som är öppen varierar. Vanligast är att den täcks med grus. Perenner som täckning förekommer, annat organiskt material som täckning i hårdgjorda ytor förekommer inte. Martin anser att trädgaller borde användas mer, är idag ovanligt.</i>
<b>Linköping</b>	<i>De skelettjordsanläggningar som gjorts har en öppen yta på Ø 1 m eller 1,5 x 1,5 m, i dessa ytor finns trädgaller (=betongring) eller singel.</i>
<b>Malmö</b>	<i>M - Varierar. Största möjliga öppna yta eftersträvas. I den kan drängrus användas eller kross i fraktion 2 - 4 eller perenner, buskar eller trädgaller. Bark förekommer inte.</i> <i>A – I de flesta fall är ytan runt trädet av bar jord eller med grus. Trädgaller förekommer i plattytor. Nästa steg är att införa perenner.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Oftast någon typ av galler, ny modell 1,6 x 3 m yta med galler. Alternativt öppen yta med grus.</i>

<b>Umeå</b>	<p>På Fabriksgatan (byggd 04 - 05) är den öppna ytan närmast trädet med bar jord Ø 700 mm, ytan utanför cirkeln är täckt med geotextil och makadam (4 - 8 mm) 1400 x 1200 mm.</p>  <p>Generellt i Umeås hårdgjorda (plattor, asfalt enstaka grusytor) ytor är den öppna ytan runt trädet 1200 x 1600 mm med bar jord (=problem med ogräs).</p>
<b>Uppsala</b>	De använder sällan trädgaller. Perenner i första hand och pellerplatta i andra hand därefter olika genomsläppliga beläggningar. Sista alternativet är asfalt.

<b>Stad</b>	<b>23. Vilken Trädkvalité använder ni generellt– klump/container/barrotat? Använder ni Er av olika kvalitéer om det är träd för en skelettjordsplantering eller ”vanlig” växtbädd?</b>
<b>Göteborg</b>	Använder So 20 - 25 oftast. (So 25 - 30 innebär betydligt dyrare hantering eftersom det blir arbetsmässigt tyngre, ändå tyngre blir träd i stl so 55 och uppåt som kräver bl.a. lyftkran) So 18 - 20 förekommer också. Klumpodlade träd väljs, containerodlade om tidig höstplantering är nödvändig (normal planteringstid är första två veckorna i dec). Aldrig barrotat.
<b>Helsingborg</b>	Kvalitén varierar beroende på art och läge, so sällan under 12 - 14, fåtal exempel på 25 - 30. Aldrig barrotade träd.
<b>Linköping</b>	Klump, so 18 - 20, enstaka träd kan vara större.
<b>Malmö</b>	M - Barrotade träd använder de sig aldrig av. Det är klump eller RCB som används. Generellt i minsta so 16 - 18, vanligast är 18 - 20 alt 20 - 25. A – Barrotat är sällsynt i ”färdiga miljöer”, vilken skelettjord förekommer i och då blir trädstorleken större och odlat i RCB, klump eller container.
<b>Stockholm</b>	So 30 - 35 är vanligast med klump och sh 2,50.
<b>Umeå</b>	I regel klumpade träd eller container odlade. Barrotat har de frångått. Storleken var i senaste anläggningen so 18 - 20.
<b>Uppsala</b>	I innerstaden är minsta storleken so 20 - 25 med angivelse av vilka frökällor som de önskar. Oftast är träden klumpade. De använder sig inte av några barrotade.

<b>Stad</b>	<b>24. Sker det någon typ av bevattning av träden i skelettjordsplanteringar (vatten, näring)?</b>
<b>Göteborg</b>	Första året sker det fyra vattningar (utan näring) fram till midsommar (detta är A & O för att lyckas med etableringen), vid behov under resterande del av säsongen. Andra året sker vattning vid behov, därefter ska det inte behövas fler bevattningar. Men det kan ofta vara lämpligt med att starta säsongen för träden med en näringsbevattning, gäller från år tre.
<b>Helsingborg</b>	Ingen automatbevattning. Manuell bevattning under garantitiden (2år) ”vid behov” = träden byts när de dött. Vattning från tankbil via dräneringsslang eller via sticka.
<b>Linköping</b>	Det är tillsagt att så ska göras under de två första åren (garantitiden), med manuellt utförande.
<b>Malmö</b>	M - Detta ingår i garantiskötseln och behövs vattning ska det utföras. Målet

	<i>med garantiskötseln är att träden ska ha etablerat sig. A – Vid funktionsentreprenad ska träden vattnas vid behov.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Droppbevattning installeras och ska användas de två första åren. Björns erfarenhet är att manuell bevattning fungerar bättre. Vid manuell bevattning under första växtsäsongen görs första bevattningen med näring strax efter att tjälen gått ur marken och ungefär 3ggr fram till midsommar, därefter vid behov.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Vattning sker i huvudsak under första växtsäsongen, förekommer också andra säsongen intensitet är beroende av nederbörd.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Manuell bevattning i två växtsäsonger (garantitiden) för alla nyplanterade och vitaliserade träd. Bevattningen under de två sista säsongerna har gjorts ovanifrån istället för via slang virad runt trädrötterna som de har använt sig av tidigare. Erfarenheten i Uppsala talar för bevattningen ovanifrån.</i>

<b>Stad</b>	<b>25. Görs det någon uppföljning på trädens utveckling?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Visuellt bedöms träden. Uppgrävning hade varit önskvärt i experimentellt syfte men så har inte skett.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>Sker främst vid besiktningar av anläggningar och då okulärt. Annars håller de viss informell koll på anläggningarna.</i>
<b>Linköping</b>	<i>Nej!</i>
<b>Malmö</b>	<i>A – Inte generellt.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Ingen uppföljning med systematik.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Alla träd i hårdgjorda ytor besiktigas en gång per år, för att garantera innevanarnas säkerhet = vitalitet. Görs visuellt. Nyplanterade träd som ingår i entreprenad genomgår de sedvanliga besiktningsturerna. Vanligast är att kommunens egen utförarsida utför anläggning och skötsel.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Garantiskötsel utförs på nyetablerade träd av kommunens utförarenhet. Bedömning av utveckling görs okulärt.</i>

<b>Stad</b>	<b>26. Har skelettjordsanläggningarna som gjorts, fungerat som tänkt (Varför, varför inte)?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Ja anläggningarna har fungerat. I princip har de 100 % etablering – bra träd, vattning &amp; bra växtbädd ger att bortfallet blir minimalt. Bärighetsmässigt så har hon märkt något enstaka ställe som fått sättningar i beläggningen. Sättningarna verkar förekomma främst i övergången mellan den gamla bibehållna överbyggnaden och skelettjorden. Viktigt att vara noggrann i anläggandet så att sättningar inte kan ske.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>Den som gjorts i Kungsparken har visat på en stor tillväxt och bra utveckling, fast läget är nära havet.</i>
<b>Linköping</b>	<i>Ja, träden har utvecklats fint. Mårten har noterat lätta sättningar på den närliggande anläggningen till kontoret.</i>
<b>Malmö</b>	<i>M - De har både fungerat och inte fungerat. Vilket kan ha berott på växtmaterial, garantiskötseln, anläggningsmetoden om jorden blivit packad eller trädet för djupt planterat eller planterat vid fel tidpunkt. A- Anser att anläggningarna som är gjorda på Södervärn och Värnhem med skelettjord har fungerat.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Anläggningarna har fungerat, träden har tagit tid på sig för att etablera sig</i>



	<i>men verkar fungera nu.</i>
<b>Umeå</b>	<i>De äldre försöken har fungerat.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Hittills är Uppsala mycket nöjda med sina skelettjordsanläggningar både för nya träd och vitaliserade.</i>

<b>Stad</b>	<b>27. Har ni någon metod för att bedöma trädens etablering/tillväxt?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Träden bedöms genom visuell bedömning av tillväxt, bladfärg och saftspända årsskott. Eva Maria vill att årstillväxten ska vara kring 30 cm med hänsyn taget till trädsort.</i>
<b>Helsingborg</b>	-
<b>Linköping</b>	<i>Visuellt!</i>
<b>Malmö</b>	<i>M - Oftast okulär bedömning som avgör om trädet är friskt eller ej i förhållande till platsen och arten. A – enbart okulärt.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Visuell.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Enbart visuellt. Se svar på fråga 25.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Okulärt.</i>

<b>Stad</b>	<b>28. Har ni någon teknisk handbok/beskrivning som omfattar trädplantering och skelettjord?</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Ja, "Anvisningar för arbeten i park- och naturområden".</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>M - Främst MarkAMA, används. Det finns tekniska föreskrifter på förvaltningen men de omfattar sällan den gröna miljön och de är främst förtydliganden till AMA.</i>
<b>Linköping</b>	<i>Nej, utgår ifrån AMA:s föreskrifter och gör eventuella tillägg.</i>
<b>Malmö</b>	<i>M - Ja handbok finns. A – Projekteringsanvisningar bearbetas just nu och är färdiga efter årsskiftet.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Finns en teknisk handbok som är under bearbetning.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Nej.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Nej, behovet kan nog finnas men de satsar på internutbildning istället.</i>

<b>Stad</b>	<b>29. Vem utför projekteringen av Era skelettjordsanläggningar? (Internt, konsult)</b>
<b>Göteborg</b>	<i>Projekteringen utförs både av egna landskapsarkitekter vid Park- &amp; Naturförvaltningen och av olika konsulter. Mallen hänvisas till i de flesta projekteringsfallen, några undantag finns.</i>
<b>Helsingborg</b>	<i>M- Både och.</i>
<b>Linköping</b>	<i>Både och.</i>
<b>Malmö</b>	<i>M - Båda lösningarna finns med internt och externt projekterat. A – Både och.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Det görs av olika konsulter men de utgår ifrån Björns rekommendationer.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Tidigare har det varit parkprojektören nu är det konsult.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Beställarsidan anlitar konsulter, vilka de förklarar för hur de önskar anläggningen. Trädvalet görs av beställarsidan.</i>

Stad	30. Hur är kunskapsnivån gällande skelettjord inom beställare, projektörs, anläggareled?
Göteborg	<i>Kunskapen är dålig i samtliga led.</i>
Helsingborg	<i>M- Kunskapen är ganska god men det är skillnader mellan leden och mellan entreprenörer.</i>
Linköping	<i>Låg, behövs mer kunskap.</i>
Malmö	<i>M - Kunskapen är bra men inte tillräcklig och det gäller samtliga. A – Träden planteras mest ur estetisk synvinkel och därför blir sällan trädens behov och livslängd tillgodosedda.</i>
Stockholm	<i>Den blir bättre, nu finns det ett antal projektörer och entreprenörer som förstår helheten.</i>
Umeå	<i>Överlag är kunskapen dålig. Sune uppfattar det som att de fortfarande befinner sig i experimenterfasen.</i>
Uppsala	<i>Problemet kring trädets behov och hur träden placeras är stort. Därför skulle det behövas en helhetskompetens i kedjan från stadsbyggnadskontoret till projektör. Utförarna anser Rita vara relativt välutbildade på området (Örjan Stål har utfört internutbildningarna).</i>

Stad	31. Hur ser gatuprojektörer m.fl. på skelettjordens bärighetsförmåga i er kommun?
Göteborg	<i>De börjar förstå skelettjordens funktion.</i>
Helsingborg	<i>M- den nya principen är diskuterad med gatufolk och de har inte motsatt sig det hela.</i>
Linköping	<i>De har inte haft något att erinra gällande skelettjorden.</i>
Malmö	<i>M - Ingen uppfattning. A – Det har aldrig förts något sådant resonemang, just nu byggs skelettjorden med ett ovanpå liggande bärlager. Arne tror att man skulle kunna använda sig av ett avjämningslager istället med ex fraktion 0 - 20 istället för bärlager. Det kan göras bättre för träden men det får inte göras något avkall på den hårdgjorda ytans bärighet.</i>
Stockholm	<i>Ständigt ifrågasätts den. Nu har de fått börja med att prova om skelettjorden håller under gata på en mindre trafikerad gata. Gatuingenjörerna har börjat att se skelettjordens likhet med gamla skärvbäddar.</i>
Umeå	<i>Ännu så länge finns det inga tveksamheter ifrån gatusidan, utifrån hur de bygger idag.</i>
Uppsala	<i>Skelettjorden används endast på trottoarer och torgytor med enstaka snöröjningsfordon.</i>

Stad	32. Behövs det göras något för att höja kompetensen (medvetenheten om anledningen till skelettjord)?
Göteborg	<i>Internutbildning och utbildning av anläggare, byggledare, leverantörer och projektörer behövs och kommer förhoppningsvis att göras av Eva Maria inom snar framtid. Vidare vill hon få så att de trädkunniga inom kommunen får syna projektörernas handlingar och delta vid byggstarten. Idag efterlevs inte föreskriften om att hon/kollegor ska delta vid byggstart.</i>
Helsingborg	<i>M- går alltid att bli bättre, det handlar om tid och resurser.</i>
Linköping	<i>Ja, en beskrivning som klargör hur skelettjorden ska göras och vilka volymer,</i>

	<i>träd som behövs.</i>
<b>Malmö</b>	<i>M - Ökad förståelse för träds behov behövs i alla led. A – Man behöver förtydliga skelettjordens funktion och öka den samlade erfarenheten.</i>
<b>Stockholm</b>	<i>Behövs hela tiden propagera och informera om den. Svårast är att nå de på gatusidan och få dem att lyssna. Kunskapen om träds behov i allmänhet är dålig hos inblandade aktörer.</i>
<b>Umeå</b>	<i>Det behövs mer kunskap inom området. Sune anser att anläggsarsidan/entreprenörerna ofta har för dålig kompetens bland sina anläggare och att det där skulle behövas mer kännedom om trädanläggningar som helhet.</i>
<b>Uppsala</b>	<i>Se fråga 30.</i>

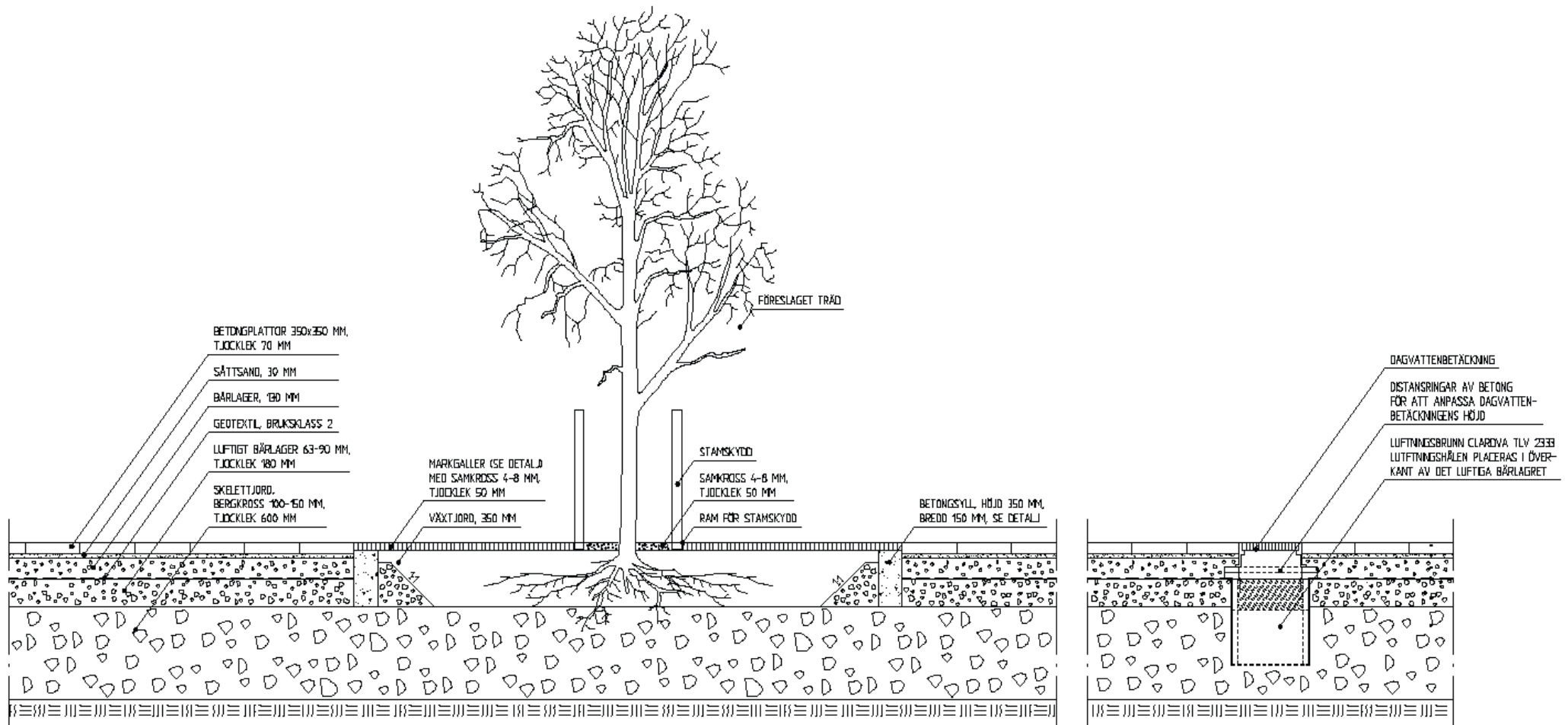
<b>Stad</b>	<b>33. Övrigt</b>
<b>Göteborg</b>	<p><i>- Det är vanligt att skelettjorden blir anlagd med en fiberduk mellan skelettjord och omgivande material – denna hindrar rötterna att komma ut i den vanliga jorden eller genom vägkonstruktion. Anledningen till detta tror Eva Maria beror på att vägbyggare m.fl. är så vana vid att ha materialskiljande lager "överallt".</i></p> <p><i>- Viktigt att få gatuprojektörer till att använda skelettjord under trafikytor så att växtbäddarna och andra växtvänliga ytor kan kopplas samman.</i></p> <p><i>- Det är inte ok med en för hög plantering, leder till förlängd etableringstid /torkstress. Rotklumpen hamnar strax ovanför skelettets mineraldel enl. föreskrift och det är precis lagom.</i></p> <p><i>- Har använt skelettjord till rosor och planteringar med murgröna utanför restaurang Trädgår'n, skelettet består där av granit blandat med kalksten.</i></p>
<b>Stockholm</b>	<p><i>- Björn poängterar att de har börjat med luftningsbrunnar i Stockholm och han anser luftningen som de medför är mycket viktig och att luften är viktigare än vattnet för träden. Hans frågor till framtiden är hur man kan garantera en långsiktig näringstillförsel och om konstruktionen som görs nu är nödvändig eller den kan förenklas.</i></p> <p><i>- Annan användning – skelettjord har använts till att göra större växtbädd för klätterväxter i trångt utrymme</i></p> <p><i>- Ett problem som Björn tror finns är att växtjorden i planteringslådan blir alldeles för kompakterad av rotklumpen och trampad av planterarna vilket försämrar tillväxten – skulle det vara möjligt att använda sig av ett mer bärande material i botten typ makadam/singel?</i></p>



**BILAGA I**

**PRINCIPSEKTIONER**





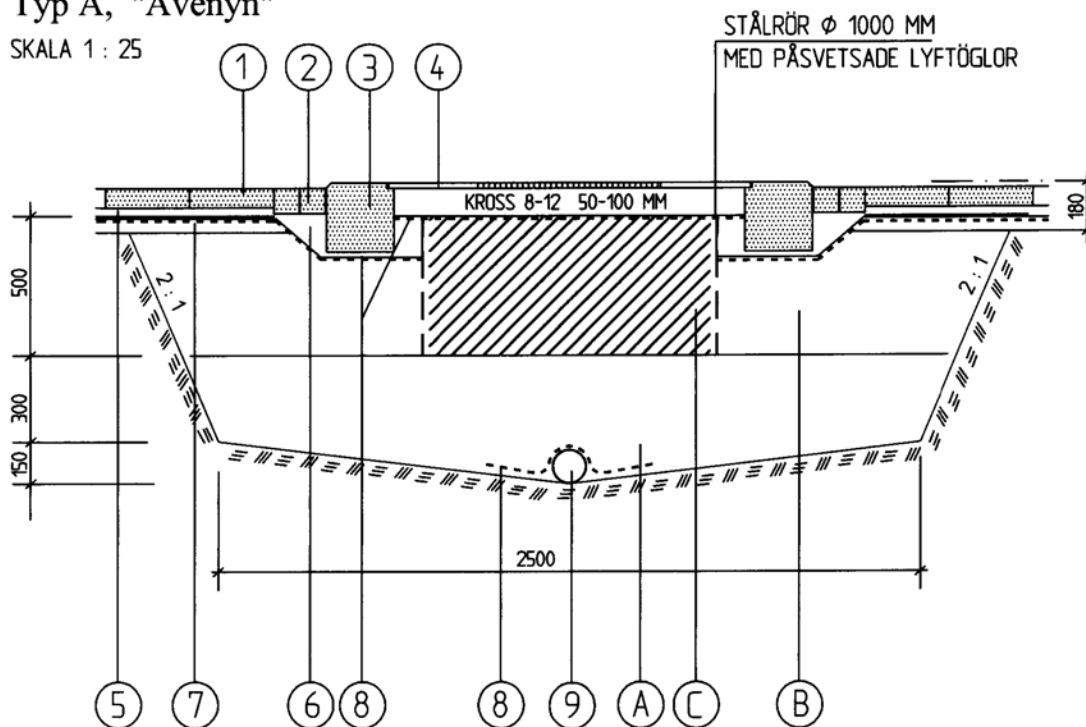
TRÄDGRÖP I HÄRDGJORD YTA MED MARKGALLER,  
STAMSKYDD SAMT LUFTHINGSBRUNN  
PRINCIPSEKTION  
SKALA 1:20

TYRENS LANDSKAPSARKITEKTER  
STOCKHOLM 2005-12-02

## VÄXTBÄDD FÖR TRÄD I HÅRDGJORD YTA

## Typ A, "Avenyn"

SKALA 1 : 25



	BENÄMNING	MATERIAL	TJOCKLEK, MM	HÄNVISNING
①	YTSKIKT	BTG-PLATTOR		TK:S ANV. C13
②	YTSKIKT	SMÅGATSTEN		TK:S ANV. C13
③	KANTSTÖD	SPECIALSTÖD, 4 DELAR		DISTANS 3 mm
④	YTSKIKT	TRÄDGALLER, SKALL LIGGA I VÅG		DY 1300/ DI 700
⑤	BÄRLAGER, OBUNDET	SÄTTGRUS	30	TK:S ANV. C13
⑥	BÄRLAGER, OBUNDET	SÄTTGRUS	VAR.	TK:S ANV. C13
⑦	BÄRLAGER, OBUNDET	JUST. MED KROSSMATERIAL 0-20	≤ 90	
⑧	GEOTEXTIL	BRUKSKLASS 3		
⑨	DRÄNLEDNING	PE 110		
A	MINERALJORD	"SKELETT" MED 65%(VOLYM %) INBLAN. AV KROSSMAT. 90-150	300-450	SE BLAD J1/3 OCH J2/4
B	VÄXTJORD	"SKELETT" MED 65%(VOLYM %) INBLAN. AV KROSSMAT. 90-150	500	SE BLAD J1/3 OCH J2/2
C	VÄXTJORD	VÄXTJORD "STANDARD"	500	SE BLAD J1/2 OCH J2/1







**Soluppgång bland Kungsträdgårdens lindar (2005-11-11)**